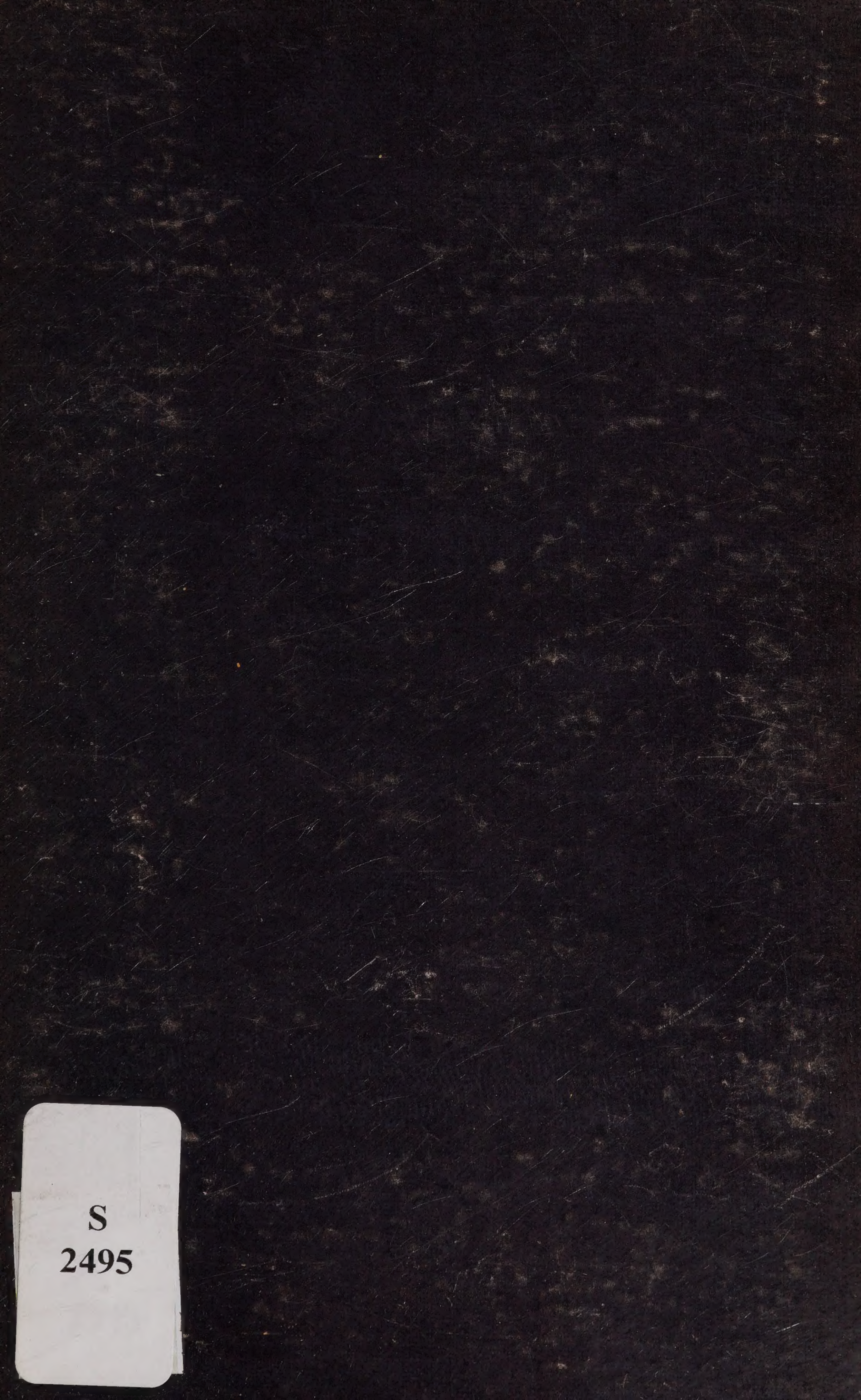
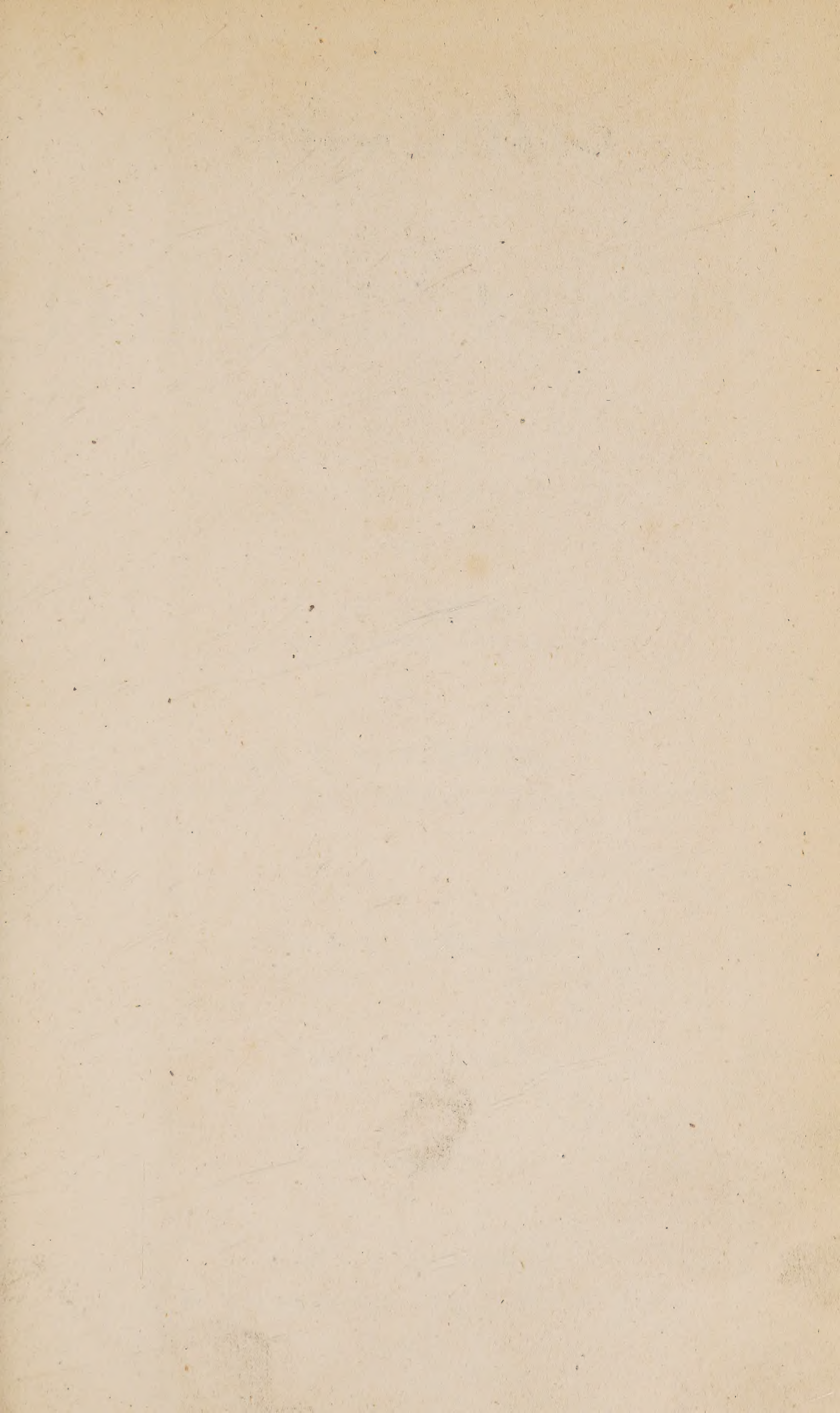

S
2495





ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. J. HENLE,
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. C. v. PFEUFER,
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.



Dritte Reihe. XXI. Band.

Mit elf Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1864.

317311

Inhalt des einundzwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Seite

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase. Von Julius Budge, Professor in Greifswald. Erste Abtheilung. 1
Ueber den Einfluss des Gasgehaltes im Blute auf die Herzthätigkeit. Von Dr. L. Thiry, Assistenten am physiolog. Institut zu Göttingen. 17
Ueber glycogene Substanzen. Von Dr. Fr. Stüde. 29
Ueber Spina bifida sacralis. Von Stud. med. G. Fischer in Göttingen. (Hierzu Taf. I.) 34
Histologische und physiologische Studien. Von G. Valentin. Dritte Reihe. (Hierzu Taf. II, A.). 39
Eine Missbildung des Daumens. Von Dr. G. Fischer in Hannover. (Hierzu Taf. II B.) 74
Ueber die Endigung der Muskelnerven. Dritter Artikel. Von W. Krause. (Hierzu Taf. III.) 77
Ueber die Drüsennerven. Von W. Krause. (Hierzu Taf. IV.) . . . 90
Notiz über die Zählung der Blutkörperchen. Von K. Vierordt. . 95

Zweites Heft.

Ueber Cryptorchismus. Von Dr. Lorey. (Hierzu Taf. V—VII.) . . 97
Anatomische und physiologische Untersuchungen über die Lymphherzen der Frösche. Von Dr. W. Waldeyer, Assistenten des physiologischen Instituts zu Königsberg i. Pr. (Hierzu Taf. VIII.) . . 104
Ueber den Nachweis der Gallensäuren mittelst der Pettenkofer'schen Probe und über das Vorkommen dieser Säuren im ikterischen Harn. Von Ernst Bischoff, Cand. med. 125
Ueber den Schädel der Hemicephalen. Von Prof. Claudius in Marburg. 153
Vorläufige Mittheilung über eine mittelst Silber-Imbibition gemachte Beobachtung. Von H. Adler, Stud. med. aus Kiel. (Hierzu Taf. IX.) 160
Ueber die Placenta der Wiederkäuer. Von Dr. Otto Spiegelberg, Prof. der Geburtshülfe in Freiburg i. Br. 165
Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase. Von Julius Budge, Prof. in Greifswald. Zweite Abtheilung. . 174
Erklärung die Blutuntersuchung betreffend. Von Dr. H. Welcker. 192
Historischer Beitrag zu Bischoff's Gewichtsbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers. Von E. Dursy in Tübingen. . . . 196

Drittes Heft.

Seite

Ueber die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- und Gewebeathmung. Von Dr. W. Preyer. 197

Ueber die Wirkung des Alkohols, Strychnins und Opiums auf die reflexhemmenden Mechanismen des Frosches. Von Dr. F. Matkiewicz. 230

Neue Untersuchungen über den Einfluss des N. vagus auf die Athembewegungen. Von Prof. Julius Budge in Greifswald. (Hierzu Taf. X.) 269

Ueber die Bedeutung des gelben Fleckes. Von Dr. C. Ritter. . . 290

Eine Varietät des M. subcutaneus colli, M. sternocleidomastoideus und M. subclavius. Mitgetheilt von Dr. Ehlers, Prosector am anatomischen Institute zu Göttingen. 297

Ueber ein neues Myographion. Von Dr. L. Thiry, Assistenten am physiologischen Institut zu Göttingen. (Hierzu Taf. XI.) . . . 300

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase.

Von

Julius Budge,

Professor in Greifswalde.

Erste Abtheilung.

Einleitung.

Vor kurzer Zeit habe ich Untersuchungen wieder aufgenommen, welche mich schon früher vielfach beschäftigten, aber noch nicht zum Abschlusse gekommen waren. In einer meiner ersten Arbeiten (Unters. über das Nervens. I. p. 159) habe ich die merkwürdige Beobachtung publicirt, dass man durch Reizung der Medulla oblongata Bewegung der Blase zu erzeugen im Stande sei. Da sich meine jüngsten Versuche auf diesen Gegenstand wesentlich beziehen, so will ich mir erlauben, den ganzen Paragraphen wörtlich hier zu wiederholen.

„An mehr als 60 Säugethieren der verschiedensten Klassen habe ich gleich nach erfolgtem Tode die Bauchhöhle und die Schädelhöhle eröffnet und ausserdem bei einzelnen bald diese, bald jene Stelle des Rückgrats. Zuweilen zeigt die der Luft ausgesetzte Blase nach dem Tode eine recht starke Bewegung, zuweilen nur ein geringes Aufblähen und Erschlaffen und zuweilen keine Spur davon. Durch Reizung der gleich zu nennenden Gehirnstellen konnte ich auch nicht immer Bewe-

gung veranlassen, wenn sie nicht zugegen war, aber doch oft genug, um mit Bestimmtheit das Resultat aussprechen zu können. Niemals bewirkte Reizung der Hemisphäre des grossen Gehirns, der Sehhügel, gestreiften Körper, Vierhügel die geringste Blasenbewegung. Erst vom kleinen Gehirne aus konnte ich diese bewirken, und hier ist es denn wieder an beiden Hemisphären eine Stelle, von der aus die Reizung am häufigsten und deutlichsten sie hervorrief, nämlich an der Stelle, wo das verlängerte Mark durch die Seitenstränge (Corpora restiformia) in das kleine Gehirn übergeht. Ich habe an manchen Thieren wohl zehnmal und mehr wiederholt, dieselbe Wirkung gesehen. Sonderbarer Weise bemerkte ich, dass bei einigen Reizung der rechten Seite, bei anderen die der linken stärkere Bewegung veranlasste. Auch durch Reizung in der Nähe des Wurms sah ich diese entstehen, jedoch nicht so häufig und nie so stark. Endlich in der ganzen Länge des Rückenmarks, besonders in der untern (vordern) Hälfte sah ich nach Reizung die Blase sich bewegen, vorzüglich je näher ich der Blasengegend selbst kam. Die Reizung geschah mit der Nadel und mit Kali causticum.“

Diese Beobachtungen, welche ich vor nun 22 Jahren gemacht habe, kann ich, nachdem ich mit bessern Mitteln versehen bin, als es damals der Fall war, sie in den jüngsten Tagen in ausgedehnterer Weise wiederholt habe, beinahe Wort für Wort bestätigen. Sie haben freilich bisher ihr Bürgerrecht in der Wissenschaft nicht erlangt, und zwar hauptsächlich deshalb, weil ein entschiedener Widerspruch von einer (Stilling in Haeser’s Archiv für die gesammte Medicin Bd. 4) Seite dagegen erhoben wurde und hiernach kein Forscher sich daran gab, sie zu wiederholen. Mich selbst kann ich nicht frei von einer Beschuldigung sprechen, dass diese meine Versuche unberücksichtigt blieben, denn anstatt durch neue Beweise, eine schärfere Methode, genauere Specialisirung die Ueberzeugung von der Richtigkeit meiner Angaben beizubringen, habe ich im Bewusstsein, dass ich mich nicht getäuscht, sondern richtig gesehen und wahr und getreu berichtet habe, dass früher oder später dieselben bestätigt werden müssten, geschwiegen und Jedermann dachte, qui tacet, consentit.

Vor einigen Jahren habe ich eine Reihe von Beobachtungen gemacht, welche gleichfalls hierher gehören. Ich fand, dass Reizung des Nerv. sympathici lumbares bis zur Gegend des 5. Lendenwirbels bei Kaninchen constant Bewegung der Blase, des Mastdarms und der Ductus deferentes zur Folge hat, dass oberhalb dieser Stelle keine Wirkung mehr von diesen Nerven

aus zu erzielen ist, dass ferner in der Gegend des 4. Lendenwirbels durch Reizung des Rückenmarks gleichfalls die genannten Theile in Bewegung gerathen. — Jedoch habe ich damals wesentlich die Ductus deferentes beachtet. — Aus dem Folgenden wird sich ergeben, weshalb ich bei diesen letztern Versuchen die Rückenmarksstelle, deren Reizung Bewegung der genannten Theile zur Folge hat, als eine so beschränkte gefunden habe; während ich früher sie viel ausgedehnter fand. Es lag nämlich wesentlich am Erlöschen der Reizbarkeit bei Kaninchen, welche allein ich zu der letzten Versuchsreihe gebraucht habe.

Methode.

Vor Allem ist es erforderlich, die Bewegung der Blase, selbst wenn sie gering ist, mit Sicherheit anschaulich zu machen. Nicht minder wichtig ist es aber, stets nachweisen zu können, dass eine sich zeigende Blasenbewegung auch die Wirkung der absichtlich angebrachten Reizung und keiner andern Ursache ist. — Diese beiden Aufgaben zu erfüllen, ist die nothwendige Vorbedingung jedes Versuches.

Die Contraction der Blase kann man entweder direct oder indirect beobachten. In jenem Falle fasst man die Blase selbst ins Auge. Wenn sie sich zusammenzieht, so legt sie sich mehr oder weniger in Falten oder die Wandung wird verdickt. — Ich will hier auf die Ursache dieser Verschiedenheit nicht weiter eingehen. Beiderlei Veränderungen sind aber, wenn sie in einiger Stärke erscheinen, leicht wahrnehmbar. — Von Einfluss ist der Grad der Füllung der Blase mit Urin. Bei Kaninchen ist sehr häufig die dünnwandige Blase vollständig ausgedehnt und die Wände fühlen sich sogar prall an. In der Regel ist unter diesen Umständen gar keine Bewegung wahrzunehmen, ja sogar dann nicht, wenn man die Blase selbst galvanisirt. In solchen Fällen, in welchen der Druck der Flüssigkeit der Bewegung der Muskeln einen bedeutenden Widerstand leistet, muss man entweder durch Anstechen oder durch Druck die Blase theilweise entleeren. Ich würde die vollständige Entleerung vorziehen, wenn nicht in sehr vielen Fällen neue Hindernisse sich einstellten. Diese bestehen darin, dass die entleerte Blase oft ausserordentlich zusammenschrumpft und sich unter die Symphyse der Schambeine verkriecht, so dass man sie nicht mehr ordentlich überblicken kann. Man vermag auch nicht die Beobachtung zu erleichtern, wenn man die Blase hervorzieht; man erschwert sie vielmehr.

Die Elasticität der Blase, von welcher die Zusammenziehung dieses Organs nach seiner Entleerung herrührt, ist zwar immer sehr bedeutend, aber scheint doch individuellen Verschiedenheiten unterworfen zu sein. Ich habe bei Kaninchen Blasen angetroffen, welche nach ihrer Entleerung ganz schlaff dalagen und wenn ihre Muskeln zur Contraction gebracht wurden, mit Einem Male herabrückten und nachher wieder in ihre frühere Lage zurückkehrten. Aber diese Beschaffenheit findet man im Ganzen genommen doch nicht häufig. — Manchmal zog sich in Folge der Entleerung die Blase ungleichmässig zusammen, so dass eine Stelle abgeschnürt wurde und, da diese ihren Inhalt noch behielt, wie ein aufsitzendes Bläschen aussah.

Aus den angeführten Gründen ist es besser, noch eine gewisse Menge Urin in der Blase zu lassen. — Ich habe bisher noch nicht versucht, vor Eröffnung der Bauchhöhle die Blase zu entleeren, was in manchen Fällen nützlich sein möchte.

Hunde haben dickwandigere Blasen, als Kaninchen, die Muskeln sind stärker ausgebildet. Auch findet sich selten die Blase so ausgedehnt, als dies bei Kaninchen der Fall ist; endlich hat sie auch einen grössern Umfang. Alles dies macht Hunde zu unsern Versuchen geeigneter, als Kaninchen, wozu auch noch andere begünstigende Umstände kommen, von denen unten die Rede sein wird. Bei ihnen lässt sich auch die Contractionsgrösse einer genauern Messung unterwerfen.

Wenn man nämlich eine Wassersäule mit der Blase in Verbindung setzt, so kann man an dem durch die Muskelcontraction hervorgebrachten Wasserdrucke den Grad der Contraction messen. Ich habe in zweierlei Weise diese Verfahrungsweise angewandt. Entweder machte ich nämlich am Vertex der Blase einen Einschnitt und band eine graduirte Glasröhre ein, unterband die Harnröhrenmündung und füllte die Blase und bis zu einer gewissen Höhe die Glasröhre mit Wasser. Die letztere wurde in einen Retortenhalter gezwängt, um in gleicher Lage zu verbleiben. Aus der unten anzugebenden Beschreibung der Versuche erhellt, wie zuverlässig man bei einer solchen Vorrichtung zu beobachten vermag. Oder ich brachte einen mit einer doppelt gebogenen graduirten Glasröhre verbundenen Katheder durch die Harnröhre in die Blase, schnürte die Harnröhre um den Katheder zu und füllte die Blase mit Wasser. — Wenn man sich die nöthige Uebung verschafft hat, so wird es möglich sein, ohne Eröffnung der Bauchhöhle den Einfluss der Reizung des Rücken-

marks auf die Blase zu untersuchen. Jedoch habe ich dies vorläufig noch nicht gethan, weil manche Cautelen nothwendig sind, welche die Eröffnung der Bauchhöhle erheischen.

Wenn wir nun die Mittel kennen, welche zur Beobachtung der Blasencontraction dienen, so müssen wir mit den Ursachen uns bekannt machen, welche eine Bewegung der Blase bewirken, ohne dass sie in der künstlichen Erregung der Blasennerven zu suchen sind. Denn nur dadurch kann man vor einem sehr bedenklichen Irrthume sich fernhalten, welcher aus der Verkennung des Zusammenhangs zwischen Ursache und Wirkung entsteht. Man muss eine passive und active Blasenbewegung unterscheiden. Jene entsteht dadurch, dass Nachbartheile, welche in Bewegung gerathen sind, die Blase von ihrer Stelle rücken. In erster Reihe ist der Mastdarm zu nennen. Man weiss, dass alle Gedärme sich spontan, d. h. ohne dass eine künstliche Erregung angebracht worden ist, bewegen. Bei dem Mastdarme ist dies gleichfalls der Fall. Oefters sind seine Bewegungen recht intensiv. Dazu kommt, dass Rückenmarksreizung auf denselben ebenso wirkt, als auf die Blase. Er enthält in der Regel Excremente. Diese werden von der Stelle gerückt, der Durchmesser des Darms wird grösser, die aufliegende Blase wird gehoben. — Für den Geübten ist es nicht schwierig, beiderlei Bewegungen von einander zu unterscheiden. Dennoch ist es besser, den Mastdarm quer zu durchschneiden, aus dem untern Ende alle Excremente zu entleeren und zwischen Blase und Mastdarm noch ein Stückchen Glas oder Holz zu legen. Ausser dem Mastdarme wirken auch die in der Nähe liegenden Muskeln. Durch die Reizung des Rückenmarks gerathen dieselben in eine starke Erschütterung, welche auf die Blase wirken kann. In der That überzeugt man sich davon, wenn man eine mit Wasser gefüllte Glasröhre in die Blase eingebunden hat. Sowie nach Reizung des Rückenmarks die Muskeln erzittern, hebt sich sogleich das Wasser. Diese Hebung beträgt hingegen nur wenige Millimeter, woher es auch rührt, dass, wenn man die leere Blase beobachtet, diese Wirkung wegen ihrer Geringfügigkeit gar nicht in die Augen fällt. Denn es kommt oft vor, dass man die Muskeln mächtig erzittern sieht, aber an der Blase auch keine Spur von Bewegung wahrnimmt. Die Stärke der Blasencontraction wird uns also deutlich belehren, ob die Blase nur einen Stoss von aussen erhalten hat, oder ob von den Mus-

keln derselben die Bewegung ausgegangen ist. Während, wie gesagt, durch die Erschütterung das Wasser nur um einige Millimeter steigt, sehen wir es um 20—30 Mm. sich erheben, wenn die Blase wirklich in Folge einer Reizung sich contrahirt. — Man kann auch dadurch die Verschiedenheit der Blasencontraction, je nachdem die eine oder andere Ursache einwirkt, erkennen, wenn man den electrischen Strom quer durch den Lendentheil gehen lässt, indem man die Electroden auf die Psoas-Muskeln aufsetzt und dann wieder zum Vergleiche die Blase selbst electrisirt. Im ersten Falle zittern die Muskeln, aber an der Blase sieht man Nichts; im zweiten Falle zieht diese sich deutlich zusammen.

Noch eine bemerkenswerthe Erscheinung verdient Beachtung. Wenn man nämlich das Rückenmark reizt, so entsteht augenblicklich die Contraction der quergestreiften Muskeln, hingegen vergeht eine merkbare Zeit, ehe sich die glatten Muskeln der Blase contrahiren. Hat man nun eine mit Wasser gefüllte Glasröhre in die Blase gebracht, so sieht man nach der Reizung zuerst eine geringe Hebung des Wassers, dann vollständige Ruhe und nun beginnt allmälig die Wassersäule viel mehr zu steigen. Hat man den Versuch so eingerichtet, dass in zwei unmittelbar hinter einander folgenden Reizungen die eine ohne Wirkung auf die Blase bleibt, die andere Contraction veranlasst, so sieht man in beiden Fällen in Folge der ersten Erschütterung eine nahezu gleich hohe Erhebung des Wassers, in dem ersten bleibt aber dann dasselbe stehen, im zweiten hingegen beginnt nach einer Pause die zweite Reizung.

Um jedoch jeden Zweifel zu entfernen, habe ich auch die untern Lenden- und obern (2) Kreuzbeinnerven beiderseits durchschnitten. Wenn man hart neben dem M. psoas eingeht, so trifft man alsbald auf den N. cruralis und in der Tiefe erreicht man leicht den N. obturatorius und ischiadicus, auf welche Nerven es hier am meisten ankommt.

Wenn man dies nicht thun will, so muss man die beiden hintern Extremitäten kräftig nach aussen halten, um jeden Druck von der Blase zu entfernen. — Macht man die Beobachtung unter Anwendung der Glasröhre, wobei die Blase mit Wasser gefüllt ist, so muss man selbstverständlich sich in Acht nehmen, dass weder die Hand, noch etwa ein fremder Körper auf die Blase drückt.

Ausser der passiven Blasenbewegung kommt auch eine active vor. Die Blase zeigt nämlich auch peristaltische Bewegungen, wie uns das Steigen und Sinken des Wassers in der Röhre vor jeder Reizung zeigt. Diese peristaltischen Bewegungen

fehlen häufig ganz und gar, sie kommen in der Regel nicht gleich nach Eröffnung der Bauchhöhle, sondern erst später. Sie haben meist eine grosse Regelmässigkeit in ihrer Stärke, so dass der Wasserspiegel immer nur eine gewisse Höhe erreicht. Dadurch wird es leicht, die Wirkung des Reizes von der spontanen Bewegung zu unterscheiden.

Disposition.

Indem ich diese Untersuchungen anstellte, habe ich mir vorgenommen, zuerst die Centraltheile kennen zu lernen, deren Reizung Bewegung der Blase veranlasst, ferner die motorischen Nervenwurzeln, welche direct, wie auch die sensiblen, welche reflectorisch auf dasselbe Organ wirken, endlich den Stamm des N. sympathicus und den Plexus hypogastricus in ihren Beziehungen zur Blase zu prüfen. — Wenn dies erforscht war, mussten, wo es anging, die verschiedenen Nerventheile, welche hier in Betracht kommen, ihrer Thätigkeit beraubt und vernichtet werden, um aus den daraus hervorgehenden Folgen auf die normale Function zu schliessen. — So hoffe ich, werden sich die Bahnen ermitteln lassen, auf welchen die motorischen Blasen-Nerven zu ihrer die Muskeln erregenden Action veranlasst werden.

Versuchsobjecte.

Ich habe zu meinen Versuchen in grosser Zahl Hunde und Kaninchen, einmal auch vier junge Katzen angewendet. Die besten Resultate gaben mir junge Hunde in den ersten Lebenstagen. Jedoch dürfen dieselben ihrer Nahrung und ihrer Wärme nur kurze Zeit entzogen worden sein. Als ich einen Wurf junger Hunde an einem Nachmittage erhalten hatte und am Abende nicht mit allen Versuchen hatte zu Ende kommen können, so sollten zwei künstlich gefüttert und in guter Wärme bis zum nächsten Morgen aufbewahrt werden. Obgleich sie noch ganz munter waren, fühlte sich ihre Haut doch kühl an. Die Versuche gaben sehr unsichere Resultate. — Dasselbe beobachtete ich an den vier jungen Katzen, welche eine ganze Woche hindurch sorgfältig und wie es schien reichlich mit Milch, welche eingeflösst wurde, gefüttert waren. Hier blieb sogar jeder Erfolg aus. — Auch bei Kaninchen sah ich stets den grossen Einfluss guter Ernährung. —

Der wichtigste Grund, weshalb junge Hunde bei diesen Versuchen den Vorzug verdienen, besteht in dem langen Fort-

bestehen der Reizbarkeit, wodurch sich Hunde überhaupt auszeichnen. Junge Hunde machen oft noch geraume Zeit Athembewegungen, nachdem nicht nur das verlängerte Mark blossgelegt, sondern auch gereizt worden ist. Das ganze Rückenmark und alle Nerven behalten ihre Erregbarkeit bei weitem länger, als es bei Kaninchen der Fall ist. Ich habe oft gesehen, dass bei letztern nur eine einmalige Reizung an einer gewissen Stelle angewandt werden konnte und eine zweite schon erfolglos blieb. — Nichts desto weniger darf man nicht glauben, dass die gleich zu beschreibenden Versuche nicht an Kaninchen gemacht werden könnten. Aber man muss gestehen, dass diejenigen, welche die Blosslegung von einem Theile des Rücken- oder gar des verlängerten Marks erfordern, viel weniger befriedigend sind. Die Resultate verschwinden, so zu sagen, unter den Händen, und was man ein paar Secunden vorher mit grösster Sicherheit gesehen hat, davon ist nach dieser kurzen Zeit keine Spur mehr vorhanden. — Es gibt nur eine Stelle, welche davon eine Ausnahme macht, von welcher unten die Rede sein wird. — An dieser ist der Erfolg stetig.

Es ist daher anzurathen, die Versuche über den Einfluss des Rückenmarks auf die Blasenbewegung nicht an Kaninchen zu beginnen, sondern an Hunden.

Versuche.

Bei einem 1 Tag alten Hunde wurde am 11. August das grosse und kleine Gehirn aus der Schädelhöhle herausgenommen, so dass das verlängerte Mark unversehrt dalag. Das Thier athmete noch vollständig. — Vorher war die Bauchhöhle geöffnet und der Vertex der Blase abgeschnitten worden.

Zur Reizung diente ein Dubois'scher Inductions-Apparat, der primäre Kreis wurde durch ein kleines Daniell'sches Element hergestellt. — Die Entfernung der Rollen betrug 60 Millimeter.

Der Strom ging durch das ganze verlängerte Mark, zuerst an der Stelle, welche dem Calamus scriptorius entsprach, dann bis zu der Stelle, an welcher das Corpus restiforme mit dem kleinen Gehirn sich verbindet.

Die Blase war vor der Reizung ganz ruhig, man sah nicht die geringste Bewegung an ihr. Die Schnittfläche am Vertex vesicae war feucht, aber doch war keine Flüssigkeit in derselben angesammelt. Wenn nun gereizt wurde, so dauerte

es etwa 1 bis $1^1/_2$ Secunden, so zogen sich die Muskelfasern der Blase zusammen und zwar wesentlich die Längsfasern (Detrusor). Man sah deutlich, wie die Oeffnung mehr klaffte und Urin in derselben sich sammelte. Als aufgehört wurde mit der Reizung, liess nur allmälig die Bewegung nach.

Die Reizung wurde etwa 10 mal hinter einander von der Spitze des Calamus scriptorius an bis zum Ende des Corpus restiforme mit deutlicher Wirkung wiederholt, ehe die Reizbarkeit erloschen war.

Ich wiederholte an demselben und dem folgenden Tage an mehreren andern jungen Hunden denselben Versuch mit demselben Erfolge. Alle Cautelen waren beobachtet worden, um festzustellen, dass Bewegung und Reizung in causalem Zusammenhange standen. Nachdem diese Thatsache gewonnen war, dass durch Reizung des verlängerten Marks die ruhende Blase erregt wird und sich contrahirt, war zu untersuchen, ob noch andere Gehirntheile denselben Einfluss ausübten.

Demgemäss wurde bei einem jungen Hunde die Blase zum Versuche hergerichtet, dann die Schädeldecken weggenommen. Das Gehirn lag unversehrt da. Man liess den Strom durch die Hemisphären gehen, die Blase blieb vollkommen ruhig. Sodann wurden diese bis zur Höhe des Corpus callosum beiderseits abgetragen, die Seitenhöhlen geöffnet, so dass nach Beseitigung des Corpus callosum und Fornix auf beiden Seiten die Corpora striata und Thalami deutlich vor Augen lagen. Auch diese Theile wurden wiederholt gereizt, ohne dass die geringste Spur von Bewegung in der Blase sich zeigte, weder wenn man beide Organe zusammen, noch wenn man sie einzeln galvanisirte.

Nun ging man auf den Pedunculus cerebri der rechten Seite über. Sobald derselbe mit den Electroden berührt war, zog sich die Blase stark zusammen und Urin trat aus. Fünf bis sechsmal wiederholte man dieselbe Procedur, die Contractionen wurden schwächer und blieben zuletzt ganz aus. Sodann reizte man den linken Pedunculus und sah von diesem aus gleichen Erfolg, wie auf der rechten Seite, eintreten. Man schritt jetzt mit den Electroden in der Richtung der Corpora restiformia unter dem kleinen Gehirn weg weiter und konnte von allen diesen Stellen aus Bewegung der Blase veranlassen. — Vom kleinen Gehirn hingegen selbst aus war kein Erfolg zu erzielen. Es war ganz auffallend, wenn man mit den Drähten langsam an einem Corpus restiforme voranschritt und das kleine Gehirn zurückgelegt hatte, so hörte

jedesmal die Wirkung auf, sobald das kleine Gehirn selbst berührt wurde und kam wieder, sobald man an das C. restiforme gelangte. Es war mir auch nicht möglich, vom Wurm aus eine Bewegung zu erzielen.

Aus meinen früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand, die ich im Eingange zu dieser Abhandlung mitgetheilt habe, ging schon hervor, dass gerade die Stelle, wo sich die Corpora restiformia mit dem kleinen Gehirn verbinden, auf die Blase einwirke, und auch bei den jetzt angestellten Versuchen bestätigte sich diese Wahrnehmung vollständig. — Ich muss es unentschieden lassen, ob nicht trotz dieser negativen Resultate in Betreff des kleinen Gehirns dieses Organ dennoch Einfluss auf die Blasenbewegung hat. Ich glaube, dass man hierüber zu einem entscheidenden Ausspruche nur durch sorgfältige Beobachtungen pathologischer Fälle und durch absichtliche Zerstörungen des kleinen Gehirns gelangen kann. — Andererseits müssen wiederholt die Gelegenheiten benutzt werden, um zu sehen, ob nicht auch Reizung des kleinen Gehirns selbst Bewegung der Blase zu veranlassen vermag, ob also die mit den motorischen Blasennerven in Verbindung stehenden Fasern sich bis in das Innere des kleinen Gehirns erstrecken oder nicht. — Wenn sich herausstellen sollte, dass dies nicht der Fall ist, so darf man nicht ohne Weiteres dem kleinen Gehirn oder anderen Theilen des Gehirns, deren Reizung keine Blasenbewegung zur Folge hat, den Einfluss auf die Mobilität der Blase absprechen. Denn es gibt Nervenparthien, welche selbst keine Muskeln zu Bewegungen zu veranlassen vermögen, aber wohl die motorischen Nerven zu ihrer motorischen Eigenschaft befähigen.

Nachdem ermittelt war, dass auf dem Wege zwischen Pedunculus cerebri, Corpus restiforme und Calamus scriptorius Nervenfasern liegen, deren Reizung Blasenbewegung zur Folge hat, musste man die Bahn verfolgen, auf welcher der Zusammenhang zwischen diesen Theilen und der Blase zu Stande kommt. Man konnte denken an die N. vagi, N. sympathici und das Rückenmark. Obgleich mit dem anatomischen Messer sich der N. vagus höchstens bis zu dem Dünndarm verfolgen lässt, so lehren doch physiologische Versuche, dass er hier noch nicht endigt. Bei den Versuchen, welche ich angestellt habe, ist es mir aber bis jetzt nicht gelungen, durch Reizung des Vagus Blasenbe-

wegung zu erzielen. Jedoch muss ich gestehen, dass ich nur wenige Beobachtungen darüber gemacht habe und diesen Gegenstand erst später zu berücksichtigen vorhabe. Ebenso werde ich in dieser Abhandlung auch auf die Einwirkung des N. sympathicus auf die Blase nicht eingehen, obwohl ich hierüber bereits Untersuchungen begonnen habe, welche jedoch noch nicht zum völligen Abschlusse gekommen sind.

Um zu erfahren, ob die Verbindung zwischen dem verlängerten Mark und der Blase durch das Rückenmark vermittelt wird, habe ich sowohl am Halse, als auch in anderen Versuchen in der Schädelhöhle den N. vagus durchgeschnitten, und in jenem Falle bei Hunden natürlich auch den damit eng verbundenen N. sympathicus cervicalis. — Ich habe ferner den N. sympathicus lumbaris zu demselben Zwecke exstirpirt. — Ungeachtet dieser Nervendurchschneidungen war dennoch die Blasenbewegung von den oben genannten Theilen aus zu erreichen. Wenn nun auch dadurch keineswegs erwiesen ist, dass der N. vagus und sympathicus keine auf die Bewegung der Blase wirkenden Fasern enthalten (— vom Sympathicus ist dies sogar eine feststehende Thatsache, dass er Fasern der Art besitzt —), so lässt sich doch schliessen, dass durch das Rückenmark selbst eine Bahn der Blasennerven gehen müsse.

Dieses musste nun auch direct bewiesen werden. Am 12. August machte ich folgenden Versuch an einem jungen Hunde. Nach Eröffnung der Bauchhöhle und Blosslegen des verlängerten Marks wurde dieses gereizt, es entstand eine starke Blasencontraction. Der linke N. vagus wird galvanisirt; es bewegen sich Magen, die dünnen und theilweise die dicken Gedärme energisch, die Blase bleibt vollkommen ruhig. Die beiden N. vagi (und sympathici cervicales) werden am Halse durchschnitten. Das verlängerte Mark wird wiederholt gereizt, die Blase bewegt sich jedesmal. Sodann werden die ersten Wirbelbogen bis zum 3. Halswirbel incl. weggenommen, das Rückenmark in der Gegend des 5. Halswirbels gereizt, die Blase zieht sich energisch zusammen. Dieselbe Wirkung zeigte sich, als am 7. Brustwirbel und am 2. Lendenwirbel das Rückenmark gereizt wurde. Die Erregbarkeit am untern Lendenmark ist noch vorhanden, als die übrigen Theile unwirksam sind. — Es wird nicht auffallend sein, dass bei einzelnen Thieren durch die eingreifende Operation das verlängerte Mark selbst nicht mehr reagirt, wohl aber die darunter liegenden Rückenmarkstheile. So war es der Fall in dem folgenden Versuche. Nachdem nämlich vom verlängerten Marke aus die Blase nicht

zu bewegen war, wurde das Rückenmark zwischen 4. und 5. Halswirbel gereizt, es erfolgte starke Wirkung, dann wurde zwischen 7. Hals- und 1. Brustwirbel das Rückenmark durchgeschnitten und oberhalb und unterhalb des Schnittes galvanisirt; nach der ersten Reizung blieb die Blase vollkommen ruhig, selbst nachdem die Rollen des Inductionsapparates vollständig übereinander geschoben waren, nach der zweiten hingegen trat sehr starke Contraction ein. — Auf ganz gleiche Weise wurde das Rückenmark am 8. Brust- und am 2. Lendenwirbel behandelt, erst Reizung beider Stellen, dann Durchschneidung in dem Zwischenraume, wieder Reizung beider Stellen. Nur der Theil des Rückenmarks zeigte einen Einfluss auf die Blase, welcher noch mit dem Lumbarmark in Verbindung war; oberhalb der Durchschneidung war kein Erfolg zu erzielen.

Diese Versuche wurden auch an grösseren Hunden mit gleichem Resultate wiederholt. — Bei Kaninchen habe ich gleichfalls oft sehr schöne Resultate erhalten, in andern Fällen hingegen zweideutige. Es kommen aber wirklich hier viele Umstände oft zusammen, welche sehr störend sind. Manchmal ist die Blase selbst höchst träge, so dass selbst directe Reizung derselben keine in die Augen fallende Contraction veranlasst. In solchem Falle kann man natürlich nicht erwarten, dass vom Rückenmarke aus eine Wirkung zu erzielen ist. — Dazu kommt noch, dass eine Kaninchenblase, welche mit Wasser gefüllt ist, ihre Contractionsfähigkeit nur ausnahmsweise beibehält und dass man daher geringere Contractionsgrade an einer angebundenen Glasröhre nicht ablesen kann. In anderen Fällen schrumpft die Blase so zusammen, dass man schwer eine Bewegung an ihr erkennen kann, wie ich dies schon oben angeführt habe. — Dennoch wird es selten sein, dass man bei gesunden, gut genährten, (wie mir scheint, besonders männlichen) Kaninchen nicht wenigstens von einer Stelle des Rückenmarks aus und wenigstens e i n oder einige Mal das geforderte Resultat erzielen kann. Am verlängerten Mark ist es mir nicht in einem Falle geglückt. Ich habe in zwei Versuchen zwei Kupfernadeln in den dreieckigen Raum zwischen Hinterhaupt und Atlas eingestochen, um eine möglichst geringe Verwundung zu machen. Es war dazu nur ein Hautschnitt nothwendig. In einem Versuche hörte auf der Stelle das Athmen auf und in dem andern sobald die Kupfernadeln mit dem Inductionsapparate verbunden worden waren und der Strom durchging. Nichts desto weniger gebe ich die Hoffnung nicht auf, nach dieser Methode auch bei Kaninchen zu sehen, was bei Hunden so leicht ist. —

Bei einem kleinen männlichen Kaninchen war das Rückenmark am 2. Halswirbel blossgelegt und gereizt worden. Der Rollenabstand betrug 60 Mm. Alsbald contrahirte sich die theilweise entleerte Blase sehr deutlich, ebenso auch der Mastdarm. Eine zweite Reizung derselben Stelle brachte gleichfalls, jedoch geringere, eine dritte keine mehr hervor. Man näherte die Rollen bis 30 Mm. Starke Contraction. Wiederholte Reizung ohne Erfolg. —

Wenn man bei Kaninchen in der obern Halsgegend umsonst versucht, so gelingt es meist von der untern Halsgegend aus, Wirkung zu erzielen. So wird die Aussicht auf Erfolg immer günstiger, je tiefer man herabsteigt. Das Brustmark verspricht mehr als das Halsmark, das Lendenmark mehr als das Brustmark. Unter allen Stellen habe ich bis jetzt aber eine gefunden, welche fast niemals die Wirkung versagt. Diese befindet sich in der untern Lendengegend. Ich werde in einer zweiten Abhandlung auf diesen Gegenstand zurückkommen. Hier will ich nur darauf eingehen, insofern diese Stelle Veranlassung zu einem Irrthume gegeben hat. Ich habe diese Stelle für das Centrum der Nerven für Blase, Mastdarm und Ductus deferentes gehalten, weil ich in einer grössern Anzahl von Beobachtungen an Kaninchen nur wenig jenseits dieser Stelle nach oben hin keine Wirkung auf die Blase mehr finden konnte. — Vor Kurzem hat Herr Gianuzzi (C. r. 1863. 5. Janv.), welcher im Laboratorium des Herrn Cl. Bernard arbeitete, diese Stelle gleichfalls als diejenige bezeichnet, welche die motorischen Blasennerven beherrscht. — Als ich neuerdings ebenso verfahren war, wie früher, als ich nämlich das Lendenmark von hinten nach vorn zu blossgelegt und gereizt hatte, kam ich zu demselben Resultate. Sobald ich nämlich über den 3. Wirbel hinauskam, blieb die Wirkung aus. — Es dient dies zum Beweis, wie diese Stelle etwas Ausgezeichnetes hat, indem ihre Erregbarkeit lange andauert, während die der darüber gelegenen Stellen alsbald nachlässt. Man darf daher, wenn man die Versuche, von welchen hier zumeist die Rede ist, nicht von hinten nach vorn, sondern umgekehrt von vorn nach hinten gehen. — In der zweiten Abhandlung werde ich darzuthun suchen, dass diese Stelle wirklich den Namen, welchen ich ihr gab, Centrum genitospinale verdient. Sie ist auch ein Spinalcentrum für die Blase, wie ich zeigen werde. — Gehen wir aber jetzt wieder zu unserm Hauptthema zurück.

Durch alle Versuche ist dargethan worden, dass eine Nervenbahn für die motorische Function der Blase durch das ganze Rückenmark hindurchgeht.

Welches sind nun, so fragen wir, die motorischen Nerven, die vom Rückenmarke zur Blase gehen? Um dies zu erforschen, habe ich bis jetzt folgende Versuche angestellt. Bei einem jungen Hunde wurden alle Kreuzbeinnerven im Rückgrathskanal blossgelegt, die hintern und vordern Wurzeln des 3. und 4. Kreuzbeinnerven durchgeschnitten und dann das Rückenmark in der Gegend des 5. Lendenwirbels gereizt. Die Blase blieb vollkommen ruhig. Hierauf wurden die peripherischen Enden dieser Nerven gereizt, es entstand starke Contraction. — Bei einem andern Hunde wurde derselbe Versuch mit gleichem Erfolge wiederholt. — Bei einem dritten wurde die hintere Wurzel des 1., dann des 2., des 3. und des 4. nacheinander gereizt, jedesmal trat eine deutliche Bewegung der Blase ein, Als hingegen die hintern Wurzeln dieser Nerven durchschnitten waren, so blieb die Reizung der motorischen Wurzel des 1. und 2. Sacralnerven ohne alle Wirkung, hingegen trat sehr bedeutende Contraction der Blase ein, als die motorischen Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven gereizt wurden. — In einem andern Versuche bei einem erwachsenen Hunde, in dessen Blase eine Röhre (4 Mm. Durchmesser im Lichten) eingebunden worden war, stieg das Wasser um 250 Mm., als die andre Wurzel des 3. und 4. Kreuzbeinnerven gereizt wurde, 80 Mm. bei Reizung der hintern Wurzel des 2. Kreuzbeinnerven, gar nicht bei Reizung der vordern Wurzel desselben Nerven.

Aus diesen Versuchen kann also geschlossen werden, dass der 3. und 4. Kreuzbeinnerve die motorischen Fasern an die Blase geben, nicht aber der 1. und 2., dass hingegen auf reflectorischem Wege vom 1. 2. 3. 4. Kreuzbeinnerven die motorischen Nerven der Blase angeregt werden können.

Mit den Wurzeln des 5. Kreuzbeinnerven und mit denen der Lendennerven habe ich mich noch nicht eingehend beschäftigt. Dies sowohl, als die Verhältnisse des N. sympathicus und Plexus hypogastricus werden in der 2. Abtheilung näher besprochen werden.

Herr Gianuzzi betrachtet gleichfalls den 3. und 4., sowie auch den 5. Kreuzbeinnerven als motorische Blasennerven. Vergl. auch Valentin, De funct. nerv. 1839. p. 64 u. 65.

Hinsichtlich des N. sympathicus lumbaris will ich hier nur vorläufig erwähnen, dass in demselben sensible Fasern

der Blase enthalten sind, über deren Verlauf ich gleichfalls später berichten werde.

Schliesslich will ich noch einen Versuch erwähnen, welcher für die weitere Verfolgung unseres Gegenstandes von Wichtigkeit ist. Ich durchschnitt in der Höhe des 5. Halswirbels bei einer neugebornen Hündin nur die hintere (obere) Hälfte des Rückenmarks auf beiden Seiten und reizte an der Stelle, an welcher die Hinterstränge weggenommen waren, die vordern Stränge durch den electrischen Strom. Bei 60 Mm. Rollenabstand des Inductionsapparates sah man deutliche Bewegung von Blase, Mastdarm und Tuben; als nach wiederholter Reizung nur noch der Mastdarm, aber nicht mehr die Blase sich contrahirte, wurden die Rollen bis auf 40 Mm. genähert, wonach wieder deutliche Wirkung auf die Blase eintrat. —

Ich habe in den meisten der oben angegebenen Versuche keine Erwähnung von der Bewegung des Mastdarms, der Ductus deferentes und der Tuben gethan, weil ich meine ganze Aufmerksamkeit auf die Blase richtete und deshalb nur nebenbei auch diese Theile ins Auge fasste. Ich werde später speciell dieselben behandeln. Im Allgemeinen befolgen dieselben, wie auch aus der descriptiven Anatomie sich im Voraus erwarten liess, gleiche Bahnen, wie die Blasennerven. Für den Beobachter ist in den Fällen, in welchen die Blase sich gar nicht oder nur wenig bewegt, stets ein angenehmer Anhaltspunct, auf die Mastdarmbewegung zu achten.

Aus allen bisher angestellten Untersuchungen geht hervor, dass für die Bewegungen der Blase

1) eine Nervenbahn besteht, welche in den Pedunculi cerebri, Corpora restiformia, Medulla oblongata, vorderen Rückenmarkssträngen bis zum Ende des Rückenmarks verläuft; dass

2) durch die vordern Wurzeln des 3. und 4. Kreuzbeinnerven, nicht aber durch die vordern Wurzeln des 1. und 2. Kreuzbeinnerven motorische Nervenfasern zur Blase hingehen.

3) dass diese motorischen Fasern auf reflectorischem Wege und zwar soviel aus den bis jetzt gemachten Untersuchungen entnommen werden kann, durch Vermittlung der hintern Wurzeln des 1. 2. 3. 4. Kreuzbeinnerven angeregt werden können;

4) dass es im Rückenmarke eine ausgezeichnete Stelle gibt, welche von den untern Lendenwirbeln eingeschlossen ist, an welcher Reizung fast constante Bewegung der Blase zur Folge hat, und die Erregbarkeit viel länger besteht, als an allen übrigen Stellen des Rückenmarks.

Ueber den Einfluss des Gasgehaltes im Blute auf die Herzthätigkeit.

Von

Dr. L. Thiry,

Assistenten am physiologischen Institut in Göttingen.

Aus zahlreichen Thatsachen geht hervor, dass zwischen der Respiration und der Herzthätigkeit eine innige Beziehung herrscht. Die Wege aber, auf denen von Seiten der Athmungsorgane eine Einwirkung auf die Herzthätigkeit ausgeübt wird, sind sehr verschieden. Ausser der bekannten Veränderung des Herzschlages bei wechselndem Druck in der Brusthöhle und ausser der reflectorischen Uebertragung des Impulses zur Inspiration auf den Vagusursprung (Brown-Séquard*)) übt der Athemprocess indirect auch durch die Beschaffenheit des Blutes, soweit diese von der Respiration abhängig ist, einen bedeutenden Einfluss auf die Herzthätigkeit aus. Es scheint aber, soviel bis jetzt übersehen werden kann, eine Zusammensetzung des Blutes bezüglich der in demselben enthaltenen Gase zu geben, welche unter Umständen für die Bewegungsnerven des Herzens Reiz werden kann, und wieder eine solche, die den Hemmungsnerven des Herzens, den N. vagus, in Thätigkeit versetzt.

*) Brown-Séquard (Journ. de la physiol. I. pag. 512) fand, dass das Herz neugeborener Katzen und Hunde, wenn es blossgelegt war, zu einer Zeit, wo die Thiere in 1—2 Minuten nur noch eine Respirationsbewegung machten, in einem langsameren Rhythmus schlug, so oft eine Inspirationsanstrengung eintrat. Dieser Versuch, der auch an Vögeln (Tauben und Kanarienvögeln) besonders gut gelang, hatte den fraglichen Erfolg nicht mehr, wenn die Vagi durchschnitten waren. Soweit die Untersuchungen Brown-Séquard's das Vogelherz betreffen, kann ich dieselben nach Versuchen an Sperlingen bestätigen.

Auf das Erstere hat Traube*) aufmerksam gemacht, welcher in der dem Lungenblute zugeführten Kohlensäure einen kräftigen Reiz für die motorischen Herznerven gefunden haben will. Der Nachweis einer Blutbeschaffenheit dagegen, welche eine Hemmung der Herzpulsation herbeiführt, ohne die Leistungsfähigkeit des Herzens herabzusetzen, soll durch die folgenden Untersuchungen, welche sich hauptsächlich auf denjenigen Einfluss des Blutes, den dieses in Folge des Mangels an Sauerstoff durch den N. vagus auf die Herzthätigkeit ausübt, beziehen, geliefert werden.

Ich habe um mehrerer Vortheile willen die grössere Mehrzahl meiner Versuche am blossgelegten Herzen des Kaninchens angestellt und an anderen Thieren (Hunden, Katzen) die gewonnenen Resultate nur bestätigt. Ein Hauptvortheil, welchen das Kaninchenherz bietet, ist der, dass seine Wandungen sehr dünn sind und dass man deswegen in jedem Augenblicke sich von der Beschaffenheit des in demselben enthaltenen Blutes Kenntniss verschaffen kann. Es handelte sich nämlich im Laufe der Untersuchung zur Entscheidung gewisser Vorfragen darum, ob das Blut von einer bestimmten Beschaffenheit (Sauerstoffarmuth) auf das Herz schon eine auffallende Wirkung ausübt, wenn es in dessen Ventrikel gelangt ist oder erst, wenn es aller Wahrscheinlichkeit nach das verlängerte Mark erreicht haben kann. Die Beobachtung dieser Verhältnisse am Kaninchenherzen ist nicht schwer. Unterhält man nämlich eine ausreichende Respiration, so wird man leicht die linke Hälfte des Herzens von der rechten unterscheiden dadurch, dass durch die Wandungen der ersteren hellrothes, arterielles Blut, durch die der letzteren dunkles, venöses Blut hindurchschimmert. Wird aber die Athmung unterbrochen oder füllt man die Lungen mit Kohlensäure oder Wasserstoff, so dauert es nicht lange, bis auch der Vorhof und Ventrikel des linken Herzens dunkel erscheint. Verändert sich daher der Herzschlag sofort, wenn das dunkle, der Respiration entzogene Blut im Herzen angekommen ist, so muss dasselbe in diesem selbst irgend eine Wirkung ausgeübt haben. Verstreicht aber, nachdem im linken Herzen das dunkle Blut erschienen ist, längere Zeit, so kann sich die Wirkung des letzteren auf das verlängerte Mark geworfen haben.

Da die Veränderungen des Druckes im geschlossenen Thoraxraume einen so bedeutenden Einfluss auf die Herzthätigkeit

---

*) Medic. Centralzeitung. 1862. Stück 25 u. 93.

ausüben, so war auch hierdurch die Eröffnung der Brusthöhle unumgänglich geboten. Versuche, in denen man das Herz durch die Middeldorpff'sche Nadel beobachtete, wurden nebenbei ebenfalls angestellt; das Wesentlichste der am blossgelegten Herzen auftretenden Erscheinungen ist auch hier nachzuweisen, wenn auch sehr viele die Beobachtung störende Uebelstände vorhanden sind. Namentlich sind die bei der Erstickung auftretenden heftigen Respirationsanstrengungen und die sonstigen starken Bewegungen der Thiere so lästig, dass an eine ruhige Beobachtung der Nadel gar nicht zu denken ist.

Was nun die Erscheinungen betrifft, welche am blossgelegten Herzen in Folge von verschiedener Modification oder Unterbrechung der künstlichen Athmung hervortreten, so wurden diese zum Theil schon von Kürschner*) beschrieben, welcher angab, dass man, wenn die Versuche mit der künstlichen Respiration bei frisch getödteten Thieren vollständig gelängen, sowohl die Regelmässigkeit als die Frequenz der Herzschläge vollkommen beherrschen könne, und dass nach gänzlicher Unterbrehuung der Respiration der Herzschlag sehr bald aufhöre, welch letzterer Umstand nicht wohl dadurch erklärt werden könnte, dass kein arterielles Blut mehr zum Herzen fliesse. Diese Thatsachen sind unter gewissen Bedingungen durchaus richtig; sie können aber, wie gezeigt werden wird, nur dann constatirt werden, wenn man entweder an lebenden Thieren oder an solchen, die nicht durch Zerstörung des verlängerten Markes getödtet worden sind, experimentirt.

Eine Versuchsreihe, welche ich an Thieren anstellte, bei denen ausser der Eröffnung des Thorax keine weiteren Operationen (Nervendurchschneidungen) vorgenommen wurden, ergab bezüglich der Veränderungen, welche die Herzthätigkeit durch einfaches Unterbrechen der Respiration erleidet, Folgendes:

Zuerst, kurz nachdem die Luftzufuhr zu den Lungen aufgehört hat, und wenn sich das linke Herz eben statt mit hellrothem, mit dunklem, venös gefärbtem Blute gefüllt hat, sind noch keine Veränderungen der Herzthätigkeit zu bemerken; wenige Secunden nachher aber, wenn das venös gebliebene Blut in die peripherischen Gefässprovinzen hineinbefördert worden ist, fängt das Herz plötzlich an, langsamer zu

*) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Bd. 2. p. 84.

pulsiren, um nach wenigen Schlägen in Diastole gänzlich still zn stehen oder nur in längeren Pausen ganz vereinzelte Pulsationen auszuführen. Bis entschiedener Herzstillstand vorhanden ist oder bis wenigstens der Puls sich bedeutend verlangsamt hat, sind, sofern vor der Unterbrechung der Luftzufuhr die künstliche Respiration eine ausreichende war, keine Symptome heftigerer Athemnoth vorhanden. Hat dagegen die Luftzufuhr längere Zeit gefehlt, so treten nach und nach, während des Herzstillstandes, die gewöhnlichen Erscheinungen der Erstickungsnoth auf, zu welcher sich schliesslich allgemeine Convulsionen der Rumpf- und Extremitätenmuskeln hinzugesellen.

Das Herz, welches bis zum Eintritt dieses letzten Stadiums der Erstickung nur in mässigem Grade und allmälig weiter geworden ist, dehnt sich jetzt plötzlich stark aus, indem es von einer grossen Menge ganz dunklen Blutes prall erfüllt wird. Diese Erweiterung des Herzens beruht wahrscheinlich auf folgenden zwei Ursachen, welche sich nach einander geltend machen. Zuerst nämlich wird das Herz deswegen weiter, weil es wegen der mangelnden Zufuhr von arteriellem Blut und der daraus hervorgehenden verringerten Energie seiner Contractionen allmälig immer weniger fähig wird, sich seines ganzen Inhaltes mit der alten Kraft zu entledigen; später aber tritt hierzu noch ein das vorher schon schlaffer gewordene Herz noch mehr ausdehnender, bedeutender Blutandrang, welcher ohne Zweifel von einer durch die krampfhaften Contractionen der Muskeln herbeigeführten Compression der Blutgefässe, besonders der Venen, veranlasst wird.

Die bis jetzt beschriebenen Erscheinungen treten nach und nach im Laufe von etwa 10 Secunden ein. Nach dieser Zeit ist der Vagus zu seiner vollen Wirksamkeit gelangt und das von Blut stark erfüllte Herz in einen von nur wenigen Pulsationen unterbrochenen Stillstand versetzt. Wird nun in diesem Zeitpunkte die Respiration wieder aufgenommen, so beginnt das Herz wieder, wie früher, zu pulsiren, aber nicht sogleich, nachdem die Athmung wieder begonnen hat. Es ist nämlich nothwendig, dass das sauerstoffarme Blut, welches sich noch in den Capillaren des verlängerten Markes befindet, durch sauerstoffreiches, dem respiratorischen Gaswechsel ausgesetztes Blut ersetzt werde, und man sieht deswegen auch, dass der Herzschlag nicht schon wieder frequent wird, wenn durch die Wandung des linken Ventrikels hellrothes Blut hindurchschimmert, sondern erst, wenn durch die vereinzelten Contractionen des Herzens dieses Blut in die peripherischen

Gefässprovinzen hineinbefördert worden ist; dann aber tritt die Pulsation oft ganz plötzlich mit einer der früheren Frequenz nahen Häufigkeit und mit der früheren Energie wieder ein, so dass sich das Herz bei jeder Contraction seines Inhaltes vollständig zu entledigen vermag. Beginnt man hingegen nicht wieder mit der Luftzufuhr und lässt man die durch das venöse Blut hervorgerufene Vagusreizung bestehen, so fängt das Herz, weil offenbar der N. vagus ermüdet, nach längerer Zeit ebenfalls wieder an zu pulsiren. Dieses geschieht aber ganz allmälig und ohne dass sich die beträchtliche Füllung des Herzens durch die wenig kräftigen Contractionen, welche nicht im Stande sind das in jenem enthaltene Blut fortzuschaffen, vollständig verlöre. Die Herzcontractionen werden schliesslich nach und nach immer weniger kräftig und dauern nach dem Tode des Thieres noch einige Zeit fort.

Das Herz verhält sich bei fortdauerndem Mangel der Sauerstoffzufuhr zum Blut, wenn der N. vagus einmal ermüdet ist, ähnlich, wie wenn man diesen Nerven beiderseits durchschnitten hätte.

Durch das Vorhergehende ist es im höchsten Grade wahrscheinlich geworden, dass die Einwirkung des sauerstoffarmen Blutes auf das Herz durch Vermittelung des N. vagus und zwar von seinem Ursprunge aus stattfindet. In der That hat auch der auf solche Weise zu erzielende Herzstillstand die grösste Aehnlichkeit mit demjenigen, welchen man durch Reizung des N. vagus in seinem Verlauf herbeiführt. Auch hier kann durch die Einwirkung dieses Nerven das Herz nicht für immer zum Stillstand gebracht werden; hier wie dort ermüdet der N. vagus bald, daher das Herz bei der Erstickung trotz der Fortdauer des Reizes und trotz der Sauerstoffarmuth des Arterienblutes wieder zu schlagen beginnt. Da also, wie gezeigt wurde, das venöse in das Arteriensystem übergehende Blut aller Wahrscheinlichkeit nach in dem verlängerten Mark den Ursprung der Vagi reizt, so musste dieses sehr leicht zu controliren sein, wenn man die Erstickung nach der Durchschneidung dieser Nerven eintreten liess.

Was zuerst den Erfolg der Durchschneidung nur eines der beiden Nerven betrifft, so trat, wie man erwarten konnte, ebenfalls bei der Erstickung Verlangsamung der Herzpulsation oder auch Herzstillstand ein; die Erscheinungen waren aber in diesem Falle nicht so entschieden und nicht so lange andauernd, wie wenn der andere Nerv erhalten gewesen wäre. Manchmal kam es vor, dass der eine Nerv (bei schwächlichen Thieren) nicht im Stande war, überhaupt eine entschiedene

Wirkung auf das Herz auszuüben, sobald man die Zufuhr der Luft zum Blute unterbrochen hatte; die Erscheinungen waren dann die gleichen, wie wenn man beide Nerven durchschnitten gehabt hätte.

Ist das letztere der Fall, so fehlt, wenn die Athmung suspendirt wird, alles dasjenige, was sich auf eine Hemmung der Herzthätigkeit bezieht. Das Herz fährt fort mit der alten Häufigkeit zu pulsiren und erst spät fangen die Contractionen an, langsamer zu werden. Dieses geschieht aber ganz allmälig und steigert sich niemals bis zu vollständigem Herzstillstand, so lange man die Unterbrechung der Luftzufuhr dauern lassen mag. Stirbt das Thier an Erstickung, so fährt das Herz nach dem Tode fort, in demjenigen Rhythmus zu pulsiren, mit welchem es kurz vor dem Tode geschlagen hatte.

Die übrigen Erscheinungen, welche man am Herzen beobachtet, wenn das Blut in der Lunge nicht mehr mit Sauerstoff versehen wird, stimmen mit denjenigen überein, welche auch bei erhaltenem Vagus auftreten. Je länger nämlich die Unterbrechung der Athmung dauert, desto mehr erweitert sich das Herz und desto weniger ist es im Stande, wegen der abnehmenden Energie seiner Contractionen, seinen Inhalt vollständig zu entleeren. Auch wenn schliesslich Convulsionen eintreten, wird das Herz, wie schon beschrieben worden ist und hier nicht wiederholt zu werden braucht, plötzlich mit Blut prall angefüllt. Wenn aber in diesem Stadium der Erstickung bei erhaltenem Vagus der Herzstillstand zu gleicher Zeit am vollständigsten war, so fährt, wie gesagt, das Herz, wenn man diesen Nerven vorher beiderseits durchschnitten hatte, fort zu pulsiren. Wegen der prallen Anfüllung des Herzens aber und wegen der geringen Energie der Contractionen sind diese weniger deutlich und es bedarf einiger Aufmerksamkeit, dieselben nicht zu übersehen; sie laufen, wie eine Welle von den Vorhöfen aus nach der Herzspitze, ohne dass eine einzige kräftigere Contraction zu Stande käme. Wenn das Thier dem Tode nahe ist und keine starken Krämpfe mehr vorhanden sind, so verliert das Herz wieder seine starke Anfüllung und seine Contractionen werden wieder deutlicher.

Ein Versuch, den ich an einem Kaninchen angestellt habe, und welchen ich anführen will, zeigt in recht schlagender Weise, wie sehr der N. vagus bei der durch Unterbrechung der Athmung eintretenden Alteration des Herzschlages betheiligt ist. Bei einem kräftigen Kaninchen wurde Alles zur Unterhaltung der künstlichen Respiration vorbereitet, sowie die Lungen-

magennerven beiderseits präparirt. Hierauf wurde der Thorax mit ganz unwesentlichem Blutverlust geöffnet und das Herz blossgelegt. Jetzt wurde der rechte N. vagus durchschnitten und unter den linken die eine Branche einer Scheere geschoben, um auch diesen im geeigneten Momente rasch durchschneiden zu können. Nun wurde die Luftzufuhr unterbrochen und sobald entschiedener, nur durch wenige Pulsationen unterbrochener Herzstillstand vorhanden war, der noch unversehrte Nerv schnell durchtrennt. In diesem Momente fing auch das Herz plötzlich wieder an, in einem sehr raschen Tempo zu pulsiren.

Die vorstehenden Versuche an Kaninchen wurden durch ähnliche Experimente an Katzen und Hunden bestätigt.

Durch das Vorhergehende ist es bewiesen, dass das arterielle Blut, wenn es in der Lunge keine Gelegenheit gefunden hat, Kohlensäure abzugeben und Sauerstoff aufzunehmen, sobald es in das verlängerte Mark gelangt, hier den Ursprung des N. vagus reizt. Arterielles Blut unterscheidet sich aber von solchem, welches der Respiration nicht unterlegen war, durch den geringen Gehalt an Sauerstoff und durch die Ueberladung mit Kohlensäure. Beides kann die nächste Ursache der Vagusreizung sein.

Setzt man an die Stelle der gewöhnlichen Luftathmung Athmung von einem indifferenten Gase, z. B. von Wasserstoffgas, so kann dadurch die Zufuhr von Sauerstoff zum Blut abgeschnitten werden, ohne dass die Abgabe der Kohlensäure behindert wäre. Bekommt man daher unter diesen Umständen alle Erscheinungen wieder, welche bei einfacher Unterbrechung der Luftathmung eintreten, so kann nur der Mangel an Sauerstoff diejenige Eigenschaft des venösen Blutes sein, vermöge deren dasselbe den Ursprung des Vagus reizt. In der That zeigt das Herz im Wesentlichen ganz das gleiche Verhalten, ob die Respiration einfach unterbrochen war oder ob dieselbe statt mit atmosphärischer Luft mit Wasserstoff unterhalten wurde.

Auch diese Versuche müssen, um reine Resultate zu geben, bei geöffnetem Thorax angestellt werden.

Bei Vögeln (Tauben), welche, wenn man das Herz blossgelegt hat, wenn auch unvollkommen, athmen können, ist es nicht möglich, durch einfachen Verschluss der Trachea eine auffallende Veränderung des Herzschlages herbeizuführen. Dieses gelingt allein dadurch, dass man einen Wasserstoffstrom durch die Lungen hindurchbläst. Nachdem man, am besten bei Tauben, nach der sehr zweckmässigen Methode von R.

Wagner (Arch. f. Anat. u. Physiol. 1860. p. 255) das Herz blossgelegt hat, ist es sehr leicht, einen starken Gasstrom durch die Luftröhre ein- und durch die bei der Blosslegung des Herzens eröffneten Luftzellen austreten zu lassen. Solche in dieser Art angestellte Versuche zeigten, dass, wenn durch die Lungen Wasserstoff hindurchgetrieben wurde, das Herz plötzlich in einem viel langsameren Tempo pulsirte, was einige Zeit andauerte, worauf ebenso plötzlich, wie wenn ein vorhandenes Hinderniss weggeräumt worden wäre, wieder sehr frequent aufeinander folgende Contractionen eintraten. Es braucht wohl nicht besonders erwähnt zu werden, dass nach Durchschneidung der beiden Vagi die beschriebene Wirkung der Athmungsstörung auf das Herz der Tauben nicht mehr stattfand.

Es ist schon bekannt, dass das Vogelherz vom N. vagus aus nur unter Anwendung viel stärkerer Reize zum Stillstand gebracht werden kann, als sie für Säugethiere nothwendig sind. Demgemäss habe auch ich gefunden, dass jene Beschaffenheit des Blutes, welche das Säugethierherz von der Medulla oblongata aus zum völligen Stillstand zwingt, das Herz der Vögel in viel geringerem Grade beeinflusst, so dass dasselbe höchstens dazu zu bringen ist, in einem langsameren Tempo zu pulsiren.

Noch unabhängiger von dem verlängerten Mark, wenigstens mit Bezug auf den Gasgehalt des Blutes, scheint das Froschherz zu sein, denn bei diesem vermochte ich nur durch Füllung der Lungen mit reiner Kohlensäure und dadurch nicht einmal constant Herzstillstand zu erzielen.

Wenn, wie aus meinen Versuchen an Thieren hervorgeht, der Sauerstoffgehalt des Blutes einen so bedeutenden Einfluss auf die Frequenz der Herzschläge ausübt, so muss erwartet werden, dass auch beim Menschen eine Verlangsamung des Herzschlages durch einfaches Athemanhalten zu erzielen sei. Dieses ist auch im Allgemeinen der Fall*); die Verlangsamung des Herzschlages ist jedoch (wenn man nicht zugleich die Druckverhältnisse im Thoraxraume beträchtlich verändert) verhältnissmässig nur sehr gering, ja nicht einmal ganz constant. Wenn man aber bedenkt, dass niemals die Luft, selbst bei der tiefsten Exspiration, so vollständig aus den Lungen entfernt werden kann, wie in meinen Versuchen an Kaninchen, wo die Lungen sich auf ihr kleinstes Volumen zusammenziehen

---

*) Siehe u. A. Vierordt, Die Lehre vom Arterienpuls. Braunschweig 1855. pag. 202.

konnten, so sieht man leicht ein, dass der Effect einer plötzlich eintretenden grossen Sauerstoffarmuth des Blutes nicht zu Stande kommen kann, und dass die Verlangsamung des Herzschlages, selbst wenn keine anderweitigen Einflüsse vorhanden waren, nur sehr allmälig eintreten könnte. Nun machen sich aber bei solchen Versuchen an Menschen immer auch diejenigen Einflüsse geltend, welche eine Beschleunigung des Herzschlages zu bewirken suchen. Diese wird aber schon durch die Aufmerksamkeit, welche man beim Athemanhalten auf sich verwendet und ferner durch die Anstrengungen, die man zur Unterdrückung der Athmung zu machen genöthigt ist, hervorgerufen. Wenn nun trotz dieser ungünstigen Umstände dennoch eine Verlangsamung der Herzschläge beim Athemanhalten gefunden wird, so ist dieses, wie ich glaube, ein Beweis mehr für die Vorausetzung, dass unter allen Umständen bei unversehrtem Vagus Sauerstoffarmuth des Arterienblutes den Herzpuls zu verlangsamen suche.

Dieses gilt nun auch ohne Zweifel für die Respirationsstörungen des menschlichen Fötus, bei welchem die Verlangsamung der Herzschläge vielleicht deswegen so bedeutend ausfällt, weil hier die erwähnten, den Puls beschleunigenden Einflüsse fehlen. Beeinträchtigung der fötalen Respiration findet aber bekanntlich bei jeder kräftigeren Wehe (ausserdem bei Compression der Nabelschnur, Ablösung der Placenta u. s. w.) statt, wobei für gewöhnlich eine Verlangsamung der Herzpulsation um 1—4 Schläge in 5 Secunden eintritt, die sich aber unter Umständen sogar bis zu einem vorübergehenden völligen Herzstillstand steigern kann*).

Auf die nämliche Weise, wie oben nachgewiesen wurde, dass der Sauerstoffmangel im Arterienblut die Ursache der Verlangsamung der Herzschläge ist, zeigte Traube in früheren Versuchen, welche von Marcuse**) mitgetheilt wurden, dass die gleiche Beschaffenheit des Arterienblutes der Athemnoth zu Grunde liege. Später hat Traube zwar wieder Versuche mitgetheilt***), die beweisen sollten, dass der Sauerstoffmangel im Blute die Athemnoth nicht bedinge und dass diese von einer zu grossen Anhäufung von Kohlensäure in demselben hervorgerufen werde; ich kann jedoch ebensowenig

---

*) Schwartz, Die vorzeitigen Athembewegungen. Leipz. 1858. p. 249.

**) Marcuse, De suffocationis imminentis causis etc. Dissert. inaug. Berolini 1858.

***) Allgem. medic. Centralztg. 1862. St. 38 u. 39.

wie Dr. Krause *) nach eigenen Versuchen, welche ich mit Wasserstoff-Athmung an nicht narkotisirten Thieren angestellt habe, diese letzten Angaben Traube's bestätigen. Es kann daher immerhin festgehalten werden, dass Athemnoth und Verlangsamung des Herzschlages durch dieselben Bedingungen hervorgerufen werden und dass, wo in Folge von grösseren oder geringeren Respirationsstörungen der Herzschlag sich verlangsamt, auch die Symptome des gesteigerten Athembedürfnisses zu erwarten sind, dass ferner, wo diese vorhanden sind, auch eine Verlangsamung der Herzschläge gefunden werden muss, vorausgesetzt, dass die den Puls beschleunigenden Einflüsse, aus anderweitigen Ursachen, nicht das Uebergewicht über die Vagusreizung gewinnen. Dieses findet man auch beim Neugeborenen bestätigt, an dem man häufig nach Geburten, welche sich durch die erwähnten Störungen des Placentarkreislaufes und vielfache Beeinträchtigung der fötalen Herzthätigkeit auszeichneten, die Spuren sogenannter vorzeitiger Athembewegungen, als Folgen des durch den eingetretenen Sauerstoffmangel gesteigerten Athembedürfnisses, nachweisen kann.

Da also Athmungsbedürfniss und Verlangsamung der Herzpulsation in so inniger Beziehung stehen und durch die gleiche Ursache hervorgerufen werden, so liegt es nahe, zu vermuthen, dass diese Einrichtung den Zweck habe, dem Blute die Möglichkeit zu geben, sich besser mit der nöthigen Menge Sauerstoff versehen zu können, als es durch einfache Beschleunigung der Respiration geschehen könnte. Wenn nämlich der Sauerstoffmangel im arteriellen Blut vermehrte Athmung hervorruft und zugleich die Herzthätigkeit herabsetzt, so muss sich das in den Lungencapillaren langsamer strömende Blut aus der in grösserer Menge zugeführten Luft vollständiger mit Sauerstoff versehen und vollständiger die Kohlensäure abgeben können, als vorher, wo dem Blute keine genügende Erneuerung der Lungenluft und nicht hinreichend Zeit zum Gasaustausch geboten war. Soll aber diese Vermuthung richtig sein, so muss vor Allem bewiesen werden, dass der Blutdruck (vorzüglich dann, wenn der Sauerstoffmangel noch keinen hohen Grad erreicht hat) zugleich mit der Frequenz der Herzschläge abnehme und dass nicht durch grössere Energie der Herzcontractionen die durch einfach geringere Häufigkeit derselben etwa herbeigeführte Verminderung der Stromgeschwindigkeit des Blutes compensirt werde.

---

*) Heidenhain, Studien 1863. pag. 42.

Für das linke Herz, dessen Verhalten ich bis jetzt allein habe prüfen können, ist nun zwar das letztere der Fall; es ist aber möglich, dass das muskelschwache rechte Herz sich in Bezug auf die Abnahme der Häufigkeit der Herzcontractionen und gleichzeitige Zunahme der Energie der letzteren nicht ebenso verhält und dass früher schon oder gleichzeitig mit der Abnahme der Pulsfrequenz ein Sinken des Druckes in der Pulmonalarterie stattfindet. Dadurch wäre aber trotz der Beschleunigung des Blutstromes in den Arterien in gewissen Grenzen eine Verlangsamung der Stromgeschwindigkeit des Blutes in den Lungen ermöglicht, sobald ein erhöhtes Athembedürfniss sich geltend macht.

Die eben aufgestellten Betrachtungen gelten selbstverständlich nicht für den Fall einer förmlichen Erstickung, sondern für jene geringen Grade von Sauerstoffmangel des arteriellen Blutes, wie sie gewiss im normalen Organismus sehr häufig vorkommen und zwar keine Athemnoth, aber doch ein mehr oder weniger beschleunigtes Athmen veranlassen.

Was schliesslich das Verhalten des Blutdruckes in den Arterien (A. carotis) bei Unterbrechung der künstlichen Respiration (vorausgesetzt, dass der Thorax geöffnet ist und die Vagi erhalten sind) betrifft, so ist es in Kürze folgendes: Wird die Athmung nur kurze Zeit unterbrochen und beträgt die Abnahme der Pulsfrequenz nicht mehr als 6 Schläge in 5 Secunden, so ist regelmässig eine durch kräftigere Herzcontractionen veranlasste Erhöhung des Blutdruckes vorhanden. Dauert aber die Athmungsunterbrechung länger, so erfolgt zuerst eine Erhöhung des Blutdruckes und dann, wenn die Pulsfrequenz um 9 und mehr Schläge in 5 Secunden abgenommen hat, ein Sinken desselben, trotz der allerdings nur im Anfang vorhandenen grösseren Energie der einzelnen Herzschläge.

Ueber glycogene Substanzen.

Von

Dr. Fr. Stüde.

Im verflossenen Sommersemester habe ich im Laboratorium des Herrn Prof. Scherer sowohl über das Glycogen der Leber, als auch über einige demselben verwandte Stoffe verschiedene Untersuchungen angestellt, deren Ergebnisse ich bereits in meiner Inaugural-Dissertation (Würzburg 1863) mitgetheilt habe. Ich glaube aber nichts Ueberflüssiges zu thun, wenn ich die Resultate meiner Arbeiten hier nochmals wiederhole, weil sie mir in wissenschaftlicher, wie in praktischer Beziehung manches Interessante zu haben scheinen.

Es kam mir, um es gleich im Voraus zu sagen, bei meinen Untersuchungen weniger auf die Entstehung und die physiologische Bedeutung des Glycogen und der demselben verwandten Substanzen, als auf ihre Eigenschaften an; bevor ich aber diese letzteren beschreibe, werde ich erst mit kurzen Worten angeben, wie ich das Glycogen unter der Leitung des Herrn Prof. Scherer dargestellt habe.

Eine in kleine Stücke geschnittene frische Kalbsleber wurde zuerst oberflächlich gekocht, um sie von leicht löslichen fremden Substanzen zu befreien. Darauf zu einem feinen Brei zerrieben, kochte ich sie mit destillirtem Wasser gehörig aus. Nachdem ich filtrirt hatte, theilte ich das Filtrat in zwei gleiche Portionen, versetzte die eine mit kaustischem Kali bis zur schwach alkalischen Reaction, die andere aber mit Essigsäure, bis keine Fällung von Albuminaten mehr entstand, filtrirte und machte das Filtrat ebenfalls schwach alkalisch.

Die Albuminate wurden entfernt, um zu sehen, ob nicht durch ihre Anwesenheit ein Einfluss auf die Darstellung und die Eigenschaften des Glycogen ausgeübt würde. Beide Portionen wurden jetzt im Wasserbade concentrirt, der Rückstand wurde filtrirt und mit Alkohol versetzt. Bei der Portion, aus welcher das Eiweiss nicht durch Essigsäure gefällt war, entstand ein schwärzlicher, flockiger, an den Wänden des Gefässes hängen bleibender Niederschlag; die eiweissfreie Portion lieferte dagegen einen mehr weisslichen Niederschlag. Beide Niederschläge wurden abfiltrirt und in destillirtem Wasser aufgelöst. Bei wiederholter Concentration und nochmaligem Zusatze von Alkohol nebst einigen Tropfen Essigsäure fiel das Glycogen in Form weisslicher Flocken nieder. Beide Glycogenniederschläge legte ich wieder in Wasser und prüfte beide auf ihre Eigenschaften, wobei sich jedoch herausstellte, dass sie keine wesentlichen Abweichungen von einander zeigten.

1) Mit Jodtinctur färbten sich beide Glycogenlösungen weissroth.

2) Mit Schwefelsäure gekocht gaben beide Zucker.

3) Beide zeigten nach der Beobachtung des Herrn Prof. Scherer die merkwürdige Eigenschaft, sowohl Schwefelblei, als auch schwefelsaures Blei in Lösung zu halten. Diese letzte Eigenschaft des Glycogen war bis jetzt nicht bekannt, und ich werde deswegen mit einigen Worten den Weg beschreiben, nach welchem man dieselbe kennen lernt.

a) Bei folgender Behandlung des Glycogen wird anwesendes Schwefelblei in Lösung gehalten.

Man versetzt die wässrige Glycogenlösung mit neutralem essigsauren Blei und kaustischen Ammoniak so lange bis keine Fällung mehr entsteht, filtrirt den weissen Niederschlag ab und löst ihn in heisser Essigsäure auf. Leitet man durch diese Lösung Schwefelwasserstoff, so bemerkt man gleich, dass nicht alles entstehende Schwefelblei zu Boden sinkt und dass bei fortgesetzter Durchleitung des Gases sich die Flüssigkeit nicht klärt. Filtrirt man, so geht die Flüssigkeit schwarzbraun durch das Filter und bildet selbst bei längerem Stehen keinen Bodensatz, zwei sichere Zeichen, dass Schwefelblei in Lösung gehalten wird. Versetzt man dagegen das Filtrat des vorhin genannten durch neutrales essigsaures Blei und Ammoniak hervorgebrachten Niederschlages mit einigen Tropfen Essigsäure und leitet Schwefelwasserstoff hindurch, so sinkt alles Schwefelblei zu Boden, die Flüssig-

keit klärt sich und geht beim Filtriren farblos durch das Filter. Aus diesen Factis kann der sichere Schluss gezogen werden, dass in Glycogen-haltigen Flüssigkeiten Schwefelblei in Lösung gehalten wird, in Glycogen-freien dagegen sich alles Schwefelblei ausscheidet.

Setzt man aber nun zu der Lösung des Schwefelbleies kaustisches Kali, so wird das Schwefelblei wieder ausgeschieden. Die Ausscheidung erfolgt schon bei gewöhnlicher Temperatur, leichter aber und schneller beim Eindampfen auf dem Wasserbade.

b) Ganz ähnlich verhält sich das schwefelsaure Blei zum Glycogen. Man behandelt die Glycogenlösung ganz ebenso wie vorher, nur dass man, anstatt Schwefelwasserstoff durchzuleiten, Schwefelsäure zusetzt. Wenn man filtrirt, so zeigt das Filtrat eine trübe, weissliche Färbung, es bildet beim Stehen keinen Bodensatz und die betreffenden Reagentien lassen in demselben leicht das schwefelsaure Blei erkennen. Die Reaction auf Glycogen mit Schwefelblei und schwefelsaurem Blei ist eine ziemlich intensive, da ich noch geringe Mengen von Glycogen durch diese Methode habe nachweisen können.

Diese Thatsachen stehen fest, wie dieselben aber zu Stande kommen, ist von mir, wegen Mangels an Zeit, noch nicht weiter untersucht worden. Ob das Glycogen nur durch seine Anwesenheit (Contact) Schwefelblei und schwefelsaures Blei in Lösung hält, oder ob es mit diesen Bleiverbindungen eine lösliche Verbindung eingeht, kann ich deswegen noch nicht entscheiden. Ebensowenig ist es mir bis jetzt möglich, über die Wirkung des Kali auf die Schwefelbleilösung ein Urtheil zu fällen. Es wäre denkbar, dass das Glycogen durch Kali zersetzt würde oder dass es mit dem Kali eine Verbindung einginge, wodurch es seine Wirkung auf das Schwefelblei verlöre. Ich halte es aber für besser, zuzugestehen, dass über diese Sachen noch nichts bekannt ist, als voreilige Theorien aufzustellen. Sehr geneigt bin ich aber zu glauben, dass das Glycogen nur durch seine Anwesenheit die obengenannten Bleiverbindungen in Lösung hält und dass sich das Schwefelblei wieder ausscheidet, weil das Glycogen durch das Kali zersetzt wird. Folgender, freilich nur einmal angestellter Versuch hat mich zu letzterer Ansicht geführt. Nachdem ich alles Schwefelblei durch Kali ausgeschieden und letzteres durch Essigsäure neutralisirt hatte, erhielt ich zwar nach Alkoholzusatz einen Niederschlag, derselbe hatte aber eine schwarzbraune Farbe und eine ölähnliche Consistenz. Im Verlaufe

der nächsten Zeit werde ich das noch Fragliche wo möglich zu entscheiden suchen.

Da nun das Glycogen solche Eigenschaften zeigte, so lag die Frage nahe, ob nicht auch solche Substanzen, die demselben verwandt sind, „*die Glycogensubstanzen*“, d. h. solche, welche wie das Glycogen der Leber, Zucker zu erzeugen vermögen, sich ebenso verhielten, ich meine hier, Schwefelblei und schwefelsaures Blei in Lösung zu halten vermöchten. Ich habe mehrere von ihnen, sowohl *bekannte*, als auch *bis jetzt nicht bekannt gewesene*, auf diese Eigenschaft untersucht und werde die Resultate sogleich mittheilen. Es versteht sich aber wohl von selbst, dass ich auch andere in die Classe der Kohlenhydrate gehörende Stoffe, welche theils schon *Zuckerarten* sind, theils *keinen Zucker hervorzubringen vermögen*, auf diese Eigenschaft untersuchte, weil man ja nicht im Voraus wissen konnte, ob nicht der eine oder der andere dieselbe ebenfalls besässe. Bei meinen Untersuchungen bin ich zu folgenden Resultaten gelangt:

1) *Amylum*, *Dextrin*, *Mannit* und *Traubenzucker* haben *nicht* die in Rede stehende Eigenschaft.
2) Es besitzen sie aber *das Inulin*, *das Lichenin*, *Gummilösung*, *das Parmeliin* (in der Parmelia parietina vom Herrn Prof. *Scherer* aufgefunden) und zwei von mir dargestellte Stoffe: *das Borrerin* (aus der Borrera ciliaris) und *das Everniin* (aus der Evernia Prunastri). Bei dem Everniin habe ich aber nur die Eigenschaft, Schwefelblei in Lösung zu halten, gefunden; sein Verhalten zu dem schwefelsauren Blei habe ich noch nicht untersucht.

Die Behandlung der verschiedenen Substanzen bedarf keiner weiteren Erörterung, nur sei in Bezug auf das Inulin bemerkt, dass, da sich dasselbe nur in kochendem Wasser löst und es sich beim Erkalten des Wassers wieder ausscheidet, zu der heissen wässrigen Lösung neutrales essigsaures Blei und Ammoniak gesetzt werden muss. Ueber die *Darstellungsweise* und die *weiteren Eigenschaften* der als *neu* zu betrachtenden Körper (Parmeliin, Borrerin, Everniin) erlaube man mir jedoch einige Worte.

Man stellt das von Herrn Prof. *Scherer* aufgefundene *Parmeliin* auf folgende Weise dar. Eine Quantität der Parmelia parietina wird eine Zeitlang mit destillirtem Wasser gekocht, darauf wird die Flüssigkeit abfiltrirt und durch Eindampfen nach dem Wasserbade hinlänglich concentrirt. Den

Rückstand filtrirt man nochmal und versetzt ihn mit Alkohol, worauf das Parmeliin in Form von weissen Flocken niederfällt. Dasselbe ist leicht löslich in Wasser, wird durch Jodtinctur blau, im Ueberschuss grün gefärbt, gibt mit Schwefelsäure gekocht Zucker, und besitzt, wie schon bemerkt ist, die Eigenschaft Schwefelblei und schwefelsaures Blei in Lösung zu halten.

Um das Borrerin und das Everniin darzustellen, verfährt man mutatis mutandis wie bei der Darstellung des Parmeliin. Beide Substanzen fallen als weisse Flocken auf Alkoholzusatz nieder, sie sind leicht löslich in Wasser, geben mit Schwefelsäure gekocht Zucker, halten Schwefelblei in Lösung, das Borrerin verhindert die Fällung von schwefelsauren Blei, beide Stoffe geben aber **keine** Reaction mit Jodtinctur.

Fasst man die Eigenschaften dieser drei als neu aufgeführten Substanzen zusammen, so findet man, dass alle drei Körper in die Reihe der Kohlenhydrate, speciell in die der glycogenen Substanzen gehören. Das Parmeliin besitzt alle dieser Abtheilung der Kohlenhydrate zukommenden Eigenschaften, das Borrerin und das Everniin dagegen haben mit keinem der zu den glycogenen Substanzen gehörenden Körper ganz gleiche Beschaffenheit. Vom Amylum unterscheiden sie sich durch ihre Eigenschaft, Schwefelblei in Lösung zu halten, vom Inulin durch ihre Löslichkeit im kalten Wasser, vom Parmeliin, Lichenin und Glycogen durch ihr Nichtreagiren auf Jodtinctur. Der Traubenzucker, sowie das Gummi, letzteres als nicht Zucker gebender Stoff, sind natürlich bei der differentiellen Diagnose des Borrerin und des Everniin ausgeschlossen. Da also das Borrerin und das Everniin keiner der zu der Klasse der Glycogene gehörenden Substanzen ganz gleicht, so betrachte ich diese beiden Stoffe als eigenthümliche, für sich allein dastehende Körper. Ob diese beiden Substanzen aber in Wirklichkeit nur eine einzige sind, will ich für's Erste dahingestellt sein lassen, weil ich ihr weiteres Verhalten noch nicht genauer untersucht habe.

So grosses Interesse die besprochene Eigenschaft der obengenannten Kohlenhydrate für die Chemie hat, einmal weil man in diesem Verhalten ein merkwürdiges Beispiel erblickt, wie ein doch sehr indifferenter Körper eine schwer lösliche Verbindung unter bestimmten Bedingungen leicht in Lösung bringt und in derselben zu erhalten vermag; ferner aber noch, weil diese Eigenschaft vielleicht nachmal zu einer

rationellen Eintheilung der gesammten Kohlenhydrate und zu einer genaueren Erforschung ihres verschiedenartigen Verhaltens benutzt werden kann: so hohen Werth scheint mir aber auch die besagte Eigenschaft in praktischer Beziehung, wenigstens vom theoretischen Standpunkte aus, zu haben. Ich denke hier an die Therapie der Bleikrankheiten und an die Prophylaxe der letzteren.

Bei den Bleikrankheiten hat sich bekanntlich das aufgenommene Blei mit verschiedenen Stoffen, grösstentheils mit dem Schwefel der Albuminate zu unlöslichen Bleiverbindungen vereinigt, welche, da sie eben unlöslich sind, schwer durch die secernirenden Organe aus dem Organismus entfernt werden können. Ich glaube nun, da man jetzt einige Stoffe kennt, die keine schädlichen Einwirkungen auf den Organismus äussern und die im Stande sind, unlösliche Bleiverbindungen in Lösung zu bringen und darin zu halten, dass es wohl interessant sein würde, wenn man bei den in Rede stehenden Krankheiten mit ihnen den Versuch anstellte, ob sie im thierischen Organismus, wie ausserhalb desselben, das gleiche Verhalten gegen die oben genannten unlöslichen Bleiverbindungen zeigten, d. h. sie in Lösung zu bringen vermöchten, weil alsdann das Blei leicht durch die secernirenden Organe fortgeschafft werden könnte. Wenn die betreffenden Substanzen in ihrer ursprünglichen Gestalt **keinen** günstigen Einfluss auf die Bleikrankheiten ausüben sollten, so braucht man deswegen die Versuche mit ihnen noch nicht aufzugeben, weil man ja immer noch nicht wissen kann, ob sie nicht erst unter gewissen Bedingungen ihre Wirksamkeit äussern. Dasselbe, was für die Therapie der Bleikrankheiten gilt, findet dann bei der Prophylaxe seine Anwendung.

Ich schliesse diesen Aufsatz hiermit ab und statte nur noch meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Scherer, öffentlich meinen wärmsten Dank ab für die Güte und Bereitwilligkeit, mit der er meine Untersuchungen leitete, und für den Vortheil, der mir durch seine Lehren zu Theil geworden ist.

Ueber Spina bifida sacralis.

Von

Dr. **G. Fischer** in Göttingen.

(Hierzu Taf. I.)

Die vorliegende Arbeit wurde im Frühjahr 1863 auf Anregung des Herrn Professor W. Krause im Göttinger pathologischen Institute von mir ausgeführt und bei der betreffenden hochverehrten Facultät zur Ablegung des medicinischen Doctor-Examens eingereicht. Ich ergreife die Gelegenheit, für die mir zu Theil gewordene Unterstützung meinen herzlichsten Dank abzustatten.

Ueber den abnormen Verlauf des Rückenmarks und der austretenden Sacralnerven stellt Förster nach den gesammelten Beobachtungen als stets zutreffend den Satz auf, dass bei Spaltung des Os sacrum der Rückenmarksstrang nicht in das Filum terminale ausgehe, sondern sich in einen cylindrischen Strang verlängere und, an dessen Innenfläche anwachsend, kolbig anschwelle; dass dann von dieser Stelle die Sacralnerven abgehen, die erst eine grosse Strecke den Sack zu durchlaufen haben, ehe sie durch die Intervertebrallöcher austreten können, diese aber zuweilen auch gar nicht erreichen, sondern nur von einer Wand des Sackes zur andern verlaufen. J. F. Meckel deutet denselben Befund ebenfalls bereits an und führt in einem eignen Kapitel über „abnorme Länge des Rückenmarks“ einen von Hutchinson und einen selbst beobachteten Fall auf, bei dem sich das Rückenmark, ohne in

Stränge getheilt zu sein, von einer Dicke von $2^1/_2'''$ allmälig sich zuspitzend, bis zum Ende des Os sacrum erstreckte.

In wie weit sich nun der Befund der hier mitzutheilenden Beobachtung dem eben geschilderten anschliesst, möge aus dem Folgenden erhellen.

Am 5. März 1863 wurde ein Mädchen von 13 Wochen, Kind gesunder Eltern, in die hiesige chirurgische Klinik gebracht. Es trug auf dem Kreuzbeine und den unteren Lendenwirbeln eine pralle, länglich-runde, durchscheinende Geschwulst, mit dem grössten Durchmesser in transversaler Richtung, an beiden Seiten die Breite des Rückens überragend. An ihrem unteren und seitlichen Umfange geht die Geschwulst, weit flacher als am oberen Ende abfallend, in die normale Haut über. In der Medianlinie der Geschwulst, in gleicher Richtung mit der Wirbelsäule, läuft eine leicht angedeutete Längsfurche herab; im unteren Umfange derselben fühlt man deutlich festere, runde Partien, von denen sich indessen nicht genau bestimmen lässt, ob dieselben innerhalb oder ausserhalb der Höhle der Geschwulst liegen. Nach der Aussage der Eltern hatte dieselbe bei der Geburt kaum den vierten Theil ihrer nunmehrigen Grösse, war anfangs langsam, in den letzten drei Wochen aber rasch gewachsen.

Hr. Hofrath Baum erklärte die Gezchwulst für Spina bifida. Die Operation wurde mit einem gewöhnlichen Hydrocele-Troicart gemacht und die Flüssigkeit entleert. Dieselbe betrug in ihrer Gesammtmenge 750 C. C., hatte ein spec. Gewicht von 100,5 und reagirte schwach alkalisch. Ihrem äussern Ansehn nach war sie klar, blassgelb, fast wasserhell. Die chemischen Bestandtheile waren Albumin, Harnzucker, Harnstoff und die gewöhnlichen Salze des Blutserum, indess in sehr geringer Menge.

Nach Entleerung der Flüssigkeit fühlte man in dem leeren Sacke unten die schon bei der ersten Untersuchung aufgefallene feste Masse von über Taubenei-Grösse. Die Fontanellen des Kindes waren merklich eingesunken und es schien sehr comatös, nachdem ein Druckverband aus einem Handtuche und einer Binde bestehend angelegt war. Einige Stunden nach der Punction erholte sich das Kind etwas und nahm die Brust, trank aber nicht viel; schlief meist, aber unruhig. Eigentliche Krämpfe traten nicht ein. Am Nachmittag desselben Tages sah man bereits den untern Umfang der sich wieder füllenden Geschwulst unter dem Verbande gespannt hervordringen.

Am folgenden Tage hatte die Füllung der Geschwulst bereits so zugenommen, dass eine Erneuerung des Verbandes

nothwendig wurde, der diesmal mit Heftpflasterstreifen befestigt wurde. Es zeigte sich etwas Durchfall.

Am dritten Tage zeigte sich die Geschwulst bereits ebenso gross, wie sie vor der Punction war. Das Kind hat ein paarmal gebrochen; der Durchfall hält an.

Am Morgen des vierten Tages trat ein krampfartiger Anfall auf, der mit Erbrechen endigt. Das Heftpflaster hat in der Inguinalgegend beiderseits Excoriationen veranlasst. Die wunden Stellen werden mit Campherspiritus eingerieben, die Geschwulst mit Jodtinctur gepinselt und der Druckverband fester angelegt. Das unter dem Verbande wie eine gespannte Blase hervorragende untere Ende der Geschwulst wird darauf mit einer Nadel mehrfach angestochen, worauf die Flüssigkeit mehrere Tage lang aussickert. Während acht Tagen wurden diese Einstiche mehrmals wiederholt, der Verband gewechselt.

Das Kind befand sich trotz des anhaltenden Durchfalls ziemlich wohl. Am 21. März, also am 17ten Tage nach der Operation, ward es indessen plötzlich sehr unruhig; es entwickelte sich ein Erysipelas des linken Oberschenkels und am Nachmittage desselben Tages trat der Tod ein.

Die Section zeigte als nächste Todesursache Meningitis mit eitriger Exsudation, die sich von der Hinterhauptsgegend abwärts auf das Rückenmark verbreitete. Die Art der Spaltung der Wirbelsäule und das Verhalten der Nerven ergiebt sich aus der Vergleichung der beigegebenen Zeichnung.

Man sieht die Wirbelsäule vom ersten Brustwirbel an nach Entfernung der Process. spinos. von hinten geöffnet und das Rückenmark blossgelegt. Der Sack ist, nach Durchschneidung der äussern Bedeckungen und einer dem Sacke unmittelbar aufliegenden halbkugeligen Fettmasse von 1″ Dicke und fast 2″ im Längsdurchmesser — derselben Fettmasse, von der sich bei der äussern Untersuchung im Leben nicht bestimmen liess, ob dieselbe innerhalb oder ausserhalb des Sackes liege — durch einen Längsschnitt geöffnet und man sieht in die Höhle desselben.

Eine Abweichung der Wirbelsäule von der normalen Bildung findet sich im Hals-, Rücken- und Lendentheile nicht. Dagegen ist das Kreuzbein in seiner ganzen Länge gespalten und zeigt, indem seine Ränder leicht ansteigen, jene von Lotzbeck beschriebene Muldenform, die für vollständige Spaltung des Os sacrum charakteristisch ist. Der Sack erscheint nach der rechten Seite hin um ein Bedeutendes weiter ausgebuchtet und hinüberhängend, als auf der linken; seine Innenfläche ist glatt; seine Wände sind aus den verwachsenen Blättern

der Dura und Arachnoidea gebildet. Am Rückenmark, dessen Centralkanal nicht erweitert ist, fällt zunächst die abnorme Länge auf Es behält, ohne sich zu spalten, eine Breite und Dicke von 2''' bis zum obern Rande des gespaltenen Os sacrum, tritt hier nach hinten leicht ausgebogen in die hintere Wand des Sackes ein und verdickt sich bei seinem Uebergange in dieselbe fast bis auf 4 Linien. Sieht man nun auf die durch die Forr. sacrall. austretenden Nerven, so sind diese in Rücksicht auf ihre Ursprünge in doppelter Hinsicht merkwürdig. Zunächst scheinen sie mit dem eigentlichen Stamme des Rückenmarks, der wie gesagt, gleich an den obern innern Theil des Sackes eintrat, in keinem directen Zusammenhange zu stehen; sie scheinen vielmehr aus der hintern Wand des Sackes selbst, die nur in der Mittellinie eine bedeutende Dicke zeigt, zu entspringen. — Diese Verdickung der Wand ist nun in Wirklichkeit als die Fortsetzung des eigentlichen Rückenmarkstranges anzusehn, der sich analog der Ausdehnung, welche seine membranöse Hüllen erlitten haben, formlos ausgebreitet hat.

Die andere Eigenthümlichkeit der Nervenursprünge liegt in ihrer Stellung zu den Austrittsstellen in den Kreuzbeinlöchern. Während sonst die Ursprünge der Sacralnerven höher liegen als ihre Austrittsstellen, ist hier, gleichsam durch eine Verzerrung in Folge der weiten Ausdehnung des Rückenmarks selbst, das umgekehrte Verhältniss eingetreten.

Vergleicht man endlich die auf der linken Seite austretenden Nerven mit denen auf der rechten Seite, so sind die ersteren besonders auffällig durch ihre grössere Dicke und eine zahlreichere Spaltung in feinere Aeste, von denen einige gar nicht zu Löchern des Kreuzbeins gehen, sondern sich nur an der Innenwand des Sackes einlagern.

Zum Schlusse will ich nicht unterlassen, noch einen nicht mit den Verhältnissen der Spina bifida zusammenhängenden Befund mitzutheilen. Man gewahrte nämlich an der Vorderfläche des Körpers des vierten Lendenwirbels einen Vorsprung, der sich nach Entfernung der bedeckenden Weichtheile als eine kleine Exostose darstellte. Dieselbe hat ungefähr die Form eines mit der Convexität nach vorn und von der Medianlinie aus von rechts unten lateralwärts nach oben gerichteten Kammes, der mit seinem, der Mittellinie des Wirbelkörpers aufsitzenden Ende knöchern befestigt ist, sonst

aber nur durch fibröse Masse mit dem Wirbel zusammenhängt. Die Länge dieses Kammes beträgt 5'''; sein Vorsprung nach vorn 2 Linien.

Erklärung der Abbildung.

Die Wirbelsäule ist vom 9ten Brustwirbel an, nach Entfernung der Processus spinosi von hinten geöffnet und das Rückenmark blossgelegt; der Sack durch einen Längsschnitt gespalten. Man sieht, wie das in die Höhle des Sacks eintretende Rückenmark, an Dicke zunehmend, sich in den obern Umfang der Innenfläche der hintern Wand des Sackes einsenkt und wie die Sacralnerven, scheinbar in keinem directen Zusammenhange mit dem eigentlichen Rückenmarkstrange, von der verdeckten Wand des Sackes, der formlosen Ausbreitung des Rückenmarks, entspringen, und quer durch den Sack, schräg von unten nach oben zu den Kreuzbeinlöchern verlaufen.

Histologische und physiologische Studien.

Von G. Valentin.

Vierte Reihe.

(Hierzu Taf. II, A.)

XII. Einige weitere Bemerkungen über Testobjecte für Mikroskope.

Ich habe schon in dem die Zeichnungen der Spermatozoiden behandelnden Aufsatze*) erwähnt, dass ich in neuerer Zeit in den Stand gesetzt worden, Exemplare der Spermatozoiden des Bären befreundeten Optikern und Fachgenossen mitzutheilen. Herr Thury erhielt Exemplare derselben, so wie Spermatozoiden des Kaninchens und des Hundes, mit der Bitte, die Bänder mit seinen mannigfachen Eintauchungs- und anderen Linsen aufzusuchen und sein Urtheil überhaupt auszusprechen. Dieser ausgezeichnete Kenner der Optik und der Mikroskope beehrte mich nach einiger Zeit mit einem Schreiben, aus dem ich das wissenschaftlich Interessanteste wörtlich wiederzugeben mir erlaube. Sehr saubere Zeichnungen, die ich zur Erläuterung als Beilage dieses Aufsatzes copiren lasse, sind dem Briefe hinzugefügt. Er lautet:

---

*) Diese Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XVIII. 1863. Nr. VIII.

Genève, 13. Mai 1863.

Vous avez eu la bonté de me communiquer une préparation de Spermatozoides de l'Ours, en me faisant connaître que ces objets, ainsi que les Spermatozoides du Lapin et du Chien, que Vous avez bien voulu joindre à l'envoi, seroient éminemment propres à servir de test pour juger du pouvoir définissant des microscopes.

Je ne tardai pas à réconnaître en effet, qu'il m'était impossible de decouvrir an moyen des instruments à large ouverture, dont je disposais, tous les détails de structure que montraient Vos lentilles de Kellner et de Schiek. J'eus alors le desir d'étudier les apparences qu'offriraient ces test, si l'on restreignait de plus en plus, au moyen de diaphragmes placés au centre optique du système objectif, l'angle d'ouverture d'un même instrument.

Le temps m'ayant manqué dès-lors pour réaliser les dispositions un peu délicates qu'une telle restriction de l'angle de l'ouverture exige, il s'en est suivi le long retard mis à Vous accuser reception de Votre bienveillant envoi. Croyez, Monsieur, que ce retard n'est point du à l'indifference et veuillez me le pardonner.

Ne sachant pas encore quand il me sera possible de réaliser mon premier projet je viens aujourdhui Vous dire simplement ce que j'ai vu avec les objectifs non modifiés dont je dispose.

Le petit dessin *) ci-joint représente les Spermatozoides de nos trois espèces comme je les vois au moyen de l'objectif à immersion Nr. 9 de Hartnack et de l'oculaire Nr. 2 ou 3 du même Constructeur. J'ai cherché à exprimer par le degré de force des ombres au crayon l'intensité réelle des teintes. L'objectif est près. Loin les parties sombres deviennent claires, elles sont donc formées d'une substance plus refrangible. Une distance moyenne de l'objectif efface naturellement toute différence d'eclat et le corps du Spermatozoide reste de teinte uniforme.

Je n'ai point vu dans les bandes sombres des Spermatozoides de l'Ours, les bords en chapelet que Vous signalez, non plus que la terminaison brusque de ces bandes. Dans le Spermatozoide du Lapin la bande sombre moyenne présente ordinairement deux ou trois nodosités consécutives. La bande transversale suivante du côté de la queue montre aussi parfois quelques nodosités semblables. Les zones comprises entre les bandes sombres sont diversement teintes.

---

*) Copirt auf Taf. II. A. Fig. *a* bis *f* dieses Heftes.

Après avoir tracé le petit dessin que j'ai l'honneur de Vous offrir, j'examinai comparativement les mêmes objets avec d'autres lentilles et je notai ce qui suit.

Objectif Nr. 10 à immersion de Hartnack: rien de plus n'est visible; détails un peu plus distincts, moins de netteté.

Objectif Nr. 7 à sec de Hartnack sans correction. Aussi bien et mieux qu'avec le Nr. 9. Les bandes sombres plus tranchées, mêmes détails.

Objectif Nr. 7 de Nachet à sec, sans correction. La netteté un peu moindre.

Objectif Nr. 5 de Nachet. Diaphragme étroit sous la préparation. Toutes les bandes sont visibles, plus noires que par le Nr. 9 de Hartnack, les noeuds de la bande sombre moyenne du Lapin difficilement visibles, et les teintes propres des zones intermédiaires moins appréciables.

Objectif Nr. 4 de Nachet. Ou voit encore dans les trois préparations tout ce que le dessin représente, mais les bandes sombres sont plus noires, mieux tranchées qu'avec le 9. de Hartnack. Cependant la vision générale est plus pénible, les images sont en quelque sorte moins tranquilles et moins douces pour l'oeil. Ainsi le Nr. 4 de Nachet montre ici toutes choses aussi bien que les verres 5 et 7 du même Constructeur.

Il est de même du Nr. 7 de Hartnack par rapport aux objectifs Nr. 9 et 10 du même Constructeur.

Cependant pour beaucoup d'autres observations j'ai trouvé le 5 de Nachet supérieur à son 4 et le 7 supérieur à 5 en puissance. Il en est de même du Nr. 9 de Hartnack par rapport au 7 et même de 10 Hk pour rapport au 9 Hk.

Rien dans les faits, que j'ai l'honneur de Vous rapporter, ne contredit votre appréciation des Spermatozoides comme test pour le pouvoir définissant des microscopes. Cependant je ne puis m'empêcher de croire que les plus fortes lentilles sont toujours celles qui offrent le plus grand angle d'ouverture pourvu que les aberrations soient exactement corrigées et pour s'assurer qu'elles le sont effectivement le moyen le plus direct serait selon Mr. Foucault celui qui consiste dans l'observation d'un point lumineux, tel qu'un trou d'un demi millième millimètre de diamètre percé dans une lame de métal.

Agréez etc.

M. Thury.

Die zu diesem Aufsatze gehörende Abbildungen geben die Spermatozoiden, wie sie Thury nach seinen Linsen gezeichnet hat. Taf. II, A. Fig. *a* und *b* sind die des Bären, *c* und *d* die des Kaninchens und *e* und *f* die des Hundes. Die beiden

ersteren wurden mit der Hartnack'schen Eintauchungslinse Nr. 9 und Ocular Nr. III. beobachtet.

Ich erkannte in der frischen mit Wasser verdünnten Samenmasse eines Kaninchens mit einer Hartnack'schen Eintauchungslinse Nr. 10 mehrere und zwar oft vier Querbänder*). Kellner zeigte sie ebenfalls. Die Schiek'schen Linsen, die ich besitze, boten in der Regel nur Eines dar. Ich untersuchte später die ganz frische Samenmasse eines anderen Kaninchens ohne alle Verdünnung. Der Körper der noch beweglichen Spermatozoiden zeigte in der Regel eine körnige graue Masse in seinem Innern. Ich beobachtete aber auch mehrere helle Bänder in Einzelnen und besonders in zweien, die sich noch unter meinen Augen durch eine beträchtliche Strecke des Gesichtsfeldes bewegten. Mögen auch viele Querbänder erst durch das Eintrocknen deutlicher werden, so bestätigen doch diese Beobachtungen, dass einzelne Zeichnungen schon in den ganz frischen und beweglichen Spermatozoiden vorkommen.

Die noch beweglichen Spermatozoiden der Menschen lassen erkennen, dass ihr Körper nicht ganz gleichartig ist. Die eingetrockneten zeigen oft einen dunkeln ihrer Concavität entsprechenden Schatten. Einzelne seltene scheinen Anzeichen von matten Querbändern ebenfalls darzubieten.

Die Zuvorkommenheit von Flückiger machte es mir in der letzten Zeit möglich, ein neues Linsensystem von Nachet mit jener Immersionslinse Nr. 10 von Hartnack zu vergleichen. Die letztere zeigte die Querlinien von Navicula veneta etwas leichter, als die Linse von Nachet, obgleich sie in beiden sehr deutlich erkannt wurden. Dasselbe wiederholte sich für die drei Liniensysteme von Pleurosigma elongatum, die leichter als die von Pleurosigma angulatum erkannt werden und das schiefe Licht, selbst bei dem Gebrauche minder ausgezeichneter Linsen nicht fodern. Grammatophora serpentina, die minder schwer zu entziffern ist, als Grammatophora subtilissima, zeigte sogleich mit Hartnack's Linse ein System querer und zwei einander durchkreuzende Systeme schiefer Linien. Die queren Linien liessen sich mit Nachet's Linse leicht, die schiefen dagegen etwas schwieriger nachweisen. Beide Arten von Linsen bewährten sich für Surirella gemma.

Mein letzter Aufenthalt in Tübingen verschaffte mir die Gelegenheit, einige fernere hierher gehörende Prüfungen vorzunehmen. Mohl hatte nämlich die Güte, mir einige der vorzüglichsten Mikroskope und mikroskopischen Vorrichtungen

---

*) Vgl. schon diese Zeitschrift. Dritte Reihe. Bd. XVIII. 1863. S. 220.

seiner ausgezeichneten Sammlung zu zeigen. Der Vergleich der Linsen von Ross mit denen von Kellner führte zu keinen wesentlichen Unterschieden für Spermatozoiden des Bären, des Hundes und des Kaninchens. Ross zeichnete sich dagegen dadurch aus, dass er Querbänder in vielen Spermatozoiden der Katze sogleich zur Anschauung brachte und die des Menschen in deutlicherer Weise darstellte, als ich dieses bis jetzt mit irgend einem Linsensysteme gesehen habe. Die hintere Hälfte des Körpers war in vielen menschlichen Spermatozoiden wesentlich dunkler, als die vordere, die sich durch besondere Helligkeit auszeichnete. Man erkannte ein blasses Querband in manchen Körpern mit grosser Deutlichkeit. Ich untersuchte später dasselbe Präparat, das ich mit Mohl geprüft hatte, mit der Hartnack'schen Immersionslinse Nr. 10. Durch die frühere Beobachtung aufmerksam gemacht, unterschied ich in vielen Spermatozoiden die dunkele hintere Körperhälfte von der vorderen durchsichtigen und konnte auch ein Querband in einzelnen sehen. Die Bilder standen aber denen, welche die Ross'schen Linsen geliefert hatten, merklich nach. Die Linsen von Kellner lieferten ebenfalls keine besseren Anschauungen.

XIII. Ueber einige Erscheinungen der Saftbewegung.

Die in neuester Zeit veröffentlichten Untersuchungen von Jürgensen*) Bruecke**) und Heidenhain***) bewogen mich, meine früheren Studien über die sogenannte Zellensaftrotation der Gewächse von Neuem aufzunehmen und dieses Mal die Erscheinungen mit den besten, mir zu Gebote stehenden Linsen von Schick, Kellner und Hartnack zu verfolgen. Mein Hauptaugenmerk richtete sich dabei auf die Frage, ob die Grundmasse oder das Protoplasma eine wahre selbstständige Verkürzungsfähigkeit besitzt, wie in unseren

---

*) Jürgensen in R. Heidenhain Studien des physiologischen Instituts in Breslau. Heft I. 1861. 8. S. 99.

**) E. Bruecke, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XLIV. 1861. 8. S. 381. und Bd. XLVI. 1862. S. 35—38. Moleschott's Untersuchungen. Bd. VIII. 1862. S. 519.

***) R. Heidenhain, Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. Heft II. Leipzig. 1863. 8. S. 52—68.

Tagen mehrfach behauptet worden, oder nicht. Die hierher gehörenden Beobachtungen von Karsten*) und von Max Schultze**) kamen mir erst zu Gesicht, als schon der grösste Theil dieser Abhandlung niedergeschrieben war.

Die langen und schmalen, so wie die kürzeren und bauchigen Zellen der blauen Staubfädenhaare der gewöhnlichen Tradescantia virginica***) zeigen zwar die Saftbewegung und alle später anzugebenden Eigenschaften derselben eben so gut, als die farblosen oder die schwach bläulichen von Tradescantia virginica var. alba. Die stark blaue Färbung hindert aber häufig die Erkenntniss mancher Einzelnheiten oder macht dieselbe wenigstens anstrengender. Man sieht daher z. B. oft nur den Saftlauf an dem schmalen farblosen Randsaume, der sich dicht an der äusseren starren Zellenwand befindet. Die gesättigt blaue Färbung der Zelle lässt die ihrem Bezirke entsprechenden Ströme bei nicht ganz hellem Gesichtsfelde minder leicht wahrnehmen. Ich habe daher alle genaueren Beobachtungen an der weissen Varietät der Tradescantia virginica angestellt.

Man erkennt den Saftlauf am leichtesten, wenn sich die Haare in einem Wassertropfen befinden. Der Verdacht, dass er erst durch die Diffusion des Wassers erzeugt werde, lässt sich bald beseitigen. Untersucht man die trocknen Haare mit einer Linse, die nur in sehr geringe Tiefen zeigt, wie die meisten Eintauchungslinsen, so bemerkt man dann nur das streifige Aussehen, welches die äussere Zellenwand darbietet, mit hinreichender Deutlichkeit. Nimmt man dagegen gut definirende Linsen, die zugleich einen Einblick in grössere Tiefen gestatten, so erkennt man den Saftlauf auf das Vollständigste. Man ist im Stande, ihn in den isolirten Haaren Stunden lang zu verfolgen, diese mögen sich in der Luft oder unter Wasser befinden.

Der oben erwähnte Randstrom der blauen Zellen der Tradescantia virginica lässt sich nicht immer wahrnehmen. Man

---

*) H. Karsten in Poggendorff's Annalen. Bd. CXVIII. 1863. S. 324—328.

**) Max Schultze, Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Ein Beitrag zur Theorie der Zelle. Leipzig. 1863. 8. S. 39—62.

***) Ich erwähnte schon S. 71 meines Spectroskopbüchleins die Spectralbänder, welche die blauen Blumenblätter von Delphinium elatum geben. Die von Tradescantia virginica und die Weingeistabkochung derselben erzeugten zwei dunkele Streifen im Grün. Sie reichten von D bis D $^1/_4$ E und von D $^3/_5$ E bis D $^9/_{10}$ E, wenn ich das Blatt unmittelbar vor der Spalte des Spectroskopes hielt. Die Gegend von C erschien etwas beschattet.

findet einzelne Zellen desselben Haares, die ihn darbieten und andere, in denen die weissliche gallertartige Grundmasse (Protoplasma) mit den in ihr enthaltenen Körnchen ruht. Ist Bewegung vorhanden, so bemerkt man häufig einen auf- und einen absteigenden Strom in unmittelbarer wechselseitiger Nähe. Schultze*) sah schon, dass oft ein Korn ein entgegengesetztes in seiner Richtung mit sich fortnimmt, die Ströme selbst also wechselseitig nicht durch Wände geschieden sind. Kann man die Strömung auch in dem blauen Zellentheile verfolgen, so bildet die Gegend des rundlichen Kernes immer den Bezirk der Anhäufung einer grössern Menge der Grundmasse und der Körner. Eine Anzahl von Strömen pflegt von hier aus strahlig auszugehen und andere wiederum nach dieser Gegend zurückzukehren. Manche Ströme dagegen kommen von den Bezirken der Seitenwände der Zelle und begeben sich nicht zu der Kerngegend, sondern zu einem Stromarme derselben oder einem anderen Seitentheile. Die Breite der Ströme wechselt nicht blos in hohem Grade unter einander, sondern ein und derselbe Strom bietet nicht selten sehr verschiedene Durchmesser an verschiedenen Stellen dar. Dieses und die folgenden Einzelnheiten lassen sich an den farblosen Haaren von Tradescantia alba am leichtesten wahrnehmen.

Man erkennt zunächst in dem Strome eine Menge sehr kleiner Körnchen, die ruhig, bald rascher, bald langsamer dahingehen. Besonders die farblosen Haare zeigen ausserdem noch eine zweite Art grösserer, mit einem dunkelen Striche oder mehreren dunkelen Zeichnungen versehener Körper, die an der Strömung ebenfalls Theil nehmen. Ihre Geschwindigkeit ist bisweilen geringer, als die der kleineren Körper. Manche ruhen auch eine Zeit lang gänzlich. Alle diese Gebilde gehen in und mit der Grundmasse dahin.

Man kann bisweilen unmittelbar beobachten, wie sich die ruhende Masse in Bewegung setzt. Der Anfang scheint sich dadurch zu verrathen, dass die Körnchen eine Ortsveränderung vornehmen, welche an die Brown'sche Molecularbewegung in hohem Grade erinnert. Sie lässt sich auch von ihr in den allerersten Zeiten mit Sicherheit nicht unterscheiden. Man bemerkt aber bald darauf einen wesentlichen Unterschied. Die Brown'schen Molecüle halten sich mit ihren Bewegungen innerhalb eines beschränkten Bezirkes. Die Saftkörnchen dagegen machen weitere Excursionen, sei es, dass sie wieder zu dem früheren Orte zurückkehren oder sich immer mehr von ihm entfernen.

---

*) Schultze a. a. O. S. 40.

Man sieht später das Fortrücken des Stromes, wie es oben beschrieben worden.

Die weitere Verfolgung des Gegenstandes führte mir noch manche eigenthümliche Erscheinungen vor. Die Körnchen liegen in der Grundmasse eingebettet. Diese hat unbestimmtere oder scharfe, regelmässige oder unregelmässige Begrenzungen. Ich stiess nun z. B. auf einen Fall, in dem die Grundmasse ein kugelähnliches Gebilde darstellte und viele Körnchen enthielt. Sie drehte sich unter meinen Augen einige Male im Kreise und stiess dann mit einem benachbarten Strome zusammen, um an der allgemeinen Strömung Theil zu nehmen. Andere Arten von Sonderungen oder Vereinigungen lassen sich ebenfalls erkennen. Es kommt vor, dass sich eine kugelähnliche Masse fadig auszieht oder theilt. Man hat mit einem Worte hin und wieder die mannigfachsten Formveränderungen, ehe die Strömung vollkommen hergestellt ist. Dieser Gestaltwechsel tritt aber nicht in allen Fällen auf. Man findet häufig, dass sich die Masse mit derselben Form, die sie in dem ruhenden Zustande hatte, in Bewegung setzt.

Nicht alle Stromzüge einer Zelle bewegen sich nothwendiger Weise gleichzeitig. Man findet bisweilen Stellen, in denen die Körnchen hin und herschwanken, andere in denen sie eine Zeit lang ruhen. Diese Bezirke können später die gewöhnliche Bewegung darbieten. Eben so bemerkt man häufig, dass eine Zelle die lebhafteste Saftströmung und eine unmittelbar benachbarte die vollständigste Ruhe darbietet.

Fasst man eine Gegend, in der die Körnchen eine wirkliche oder eine scheinbare Molekularbewegung, ein Vor- und ein Rückgehen zeigen, näher in das Auge, so sieht man bisweilen, dass auch die Grundmasse eigenthümliche Bewegungen macht. Es hat das Aussehen, als wenn auch sie hin- und zurückrückte oder ihre Form wechselte.

Lässt man eine und dieselbe Zelle, welche die Saftströmung darbietet, längere Zeit in dem Gesichtsfelde des Mikroskopes, so macht man nicht selten die Erfahrung, dass die einzelnen Strombahnen ihre Formen und ihre Orte ändern. Man sieht unmittelbar, dass die Breite in einer bestimmten Strecke oder in der ganzen Länge wechselt. Breite Ströme erscheinen nicht selten an Stellen, die früher schmale hatten, und umgekehrt. Ich sah ein Querband vorrücken und sich am Ende unter meinen Augen gabelig theilen. Es kam mir vor, dass ein Strom sich nach und nach so sehr verschmälerte, dass nur einzelne der kleineren Körnchen mit ihm fortrücken konnten. Er verschwand endlich gänzlich. Ein breiter Strom treibt

bisweilen seitliche Knospen, die nach Kurzem wiederum vergehen. Ein anderer wurde unten breiter, in der Mitte enger und oben wiederum breiter. Dann rückten die beiden Verbreiterungen langsam, aber stetig der ganzen Länge nach fort und schwanden später plötzlich. Ein zweiter rückkehrender Strom wurde bald darauf neben dem ersten kenntlich. Man sah bald einen neuen nach aussen von diesem. Ein dritter weiter nach aussen gelegener, der schon früher vorhanden war, hatte beträchtlich an Breite zugenommen. Dann standen alle Bewegungen in den auf- und den absteigenden Strombahnen für längere Zeit still.

Es kam in einem Falle vor, dass eine breitere Masse in einem Strome mit ziemlicher Schnelligkeit und eine Strecke entfernt ein anderes breites Grundmassenstück mit grösserer Geschwindigkeit in derselben Strombahn vorrückten. Die letztere erreichte natürlich bald die erstere. Beide verschmolzen dann mit einander und gingen als eine Masse weiter. Das Vor- und Zurückrücken ganzer Ströme oder einzelner Abtheilungen der Grundmasse derselben lässt sich häufig beobachten.

Die Wärme übt einen beträchtlichen Einfluss auf die hier besprochenen Erscheinungen aus. Eine passende höhere Wärme bildet ein Mittel, die ruhenden Saftströme in Bewegung zu setzen.

Ich brauchte zunächst zweierlei Verfahrungsarten, um das unter dem Mikroskope befindliche Präparat zu erwärmen. Ich fuhr unter der unteren Seite des Objectglases ein oder zwei Mal mit der Flamme einer Weingeistlampe hin und her. Diesem unsicheren und wegen der nicht zu bemessenden Höhe der Erwärmung gefährlichen Verfahren ist ein anderes vorzuziehen. Ehe ich das Deckgläschen auf das Präparat lege, mache ich mit dem das Letztere befeuchtenden Wasser eine Strasse, die zu einer Seite des Deckgläschens führt. Trägt man dann warmes Wasser an dieser Stelle neben dem Deckgläschen auf, so dringt es unter dasselbe und erwärmt das das Präparat umgebende Wasser. Die gerade untersuchte Zelle bleibt aber in beiden Fällen in dem Gesichtsfelde des Mikroskopes unverrückt, so dass man ihren Saftlauf vor und nach der Einwirkung der höheren Wärme beobachten kann.

Nimmt man eine Zelle oder ein ganzes Haar, in welchem keine Saftbewegung erkannt wird, und erwärmt das Präparat auf die geschilderte Weise bis 35^0 oder 45^0 C., so wird man eine lebhafte Saftströmung in den meisten Zellen bemerken, so wie der Versuch gelungen ist. Stellte ich ihn an Zellen an,

deren Saft schon langsam floss, so schien es mir, als wenn die Wärme die Bewegung beschleunigt hätte. Sie bildet aber jedenfalls ein unmittelbares Anregungsmittel für die ruhende Saftmasse.

Die Kälte wirkt in entgegengesetzter Weise. Ich befestige an der Unterseite des Objectglases, auf dessen Oberseite das Präparat liegt, einen Ballen Filtrirpapier, der mit Schwefeläther durchtränkt ist. Man bringt es in kurzer Zeit dahin, dass das die Haare umgebende Wasser gefriert. Die Saftströmung steht dann still. Es gelang mir nicht, sie durch wärmeres Wasser von Neuem hervorzurufen. Die Möglichkeit besserer Ergebnisse ist deshalb nicht ausgeschlossen.

Um die Wirkung der Inductionsschläge zu prüfen, klebte ich auf dem Objectglase zwei sehr dünne Kupferdrähte fest, deren Enden ungefähr um einen Centimeter wechselseitig abstanden und deren andere Endstücke Nadeln trugen, die mit der Inductionsspirale eines Schlitten-Magnetelektromotors in Verbindung standen. Das Präparat und das dasselbe befeuchtende Wasser kamen zwischen die beiden Enden der Kupferdrähte. Der Kettenkreis, der das Hammerwerk des Magnetelectromotors trieb, war an einer Stelle unterbrochen. Er wurde erst geschlossen, wenn ich einen Metalldraht in eine Quecksilbermasse senkte. Ich konnte dieses vollführen und eben so die Kette öffnen, während ich durch das Mikroskop sah.

Standen die Rollen des Elektromotors weit auseinander, so dass man nur mit schwachen Inductionsströmen arbeitete, so ging die Saftströmung ungehindert fort. Rückte ich jene näher zusammen, so erhielt ich einige Mal den Fall, dass sich die Bewegung merklich beschleunigte. Man sieht zwar auch dieses oft ohne die Einwirkung von elektrischen Strömen, so dass man hier nicht vorsichtig genug mit seinen Schlüssen sein kann. Da ich aber mehrfach die Erfahrung machte, dass die Beschleunigung sogleich nach dem Schlusse des Kreises begann, so müsste ein merkwürdiger Zufall mitgewirkt haben, wenn das Ganze auf blosser Täuschung beruhen sollte.

Starke Ströme vernichten die Saftströmung. Die Grundmasse bleibt entweder unverändert oder bildet einzelne Auswüchse oder wechselt sonst ihre Form. Man sieht häufig Molekularbewegung der kleineren und selbst der grösseren Körner innerhalb der Grundmasse. Sie kann länger als eine Stunde anhalten. Es kam mir vor, dass sie unmittelbar nach der Einwirkung der Elektricität mangelte und erst nach längerer Zeit mit Lebhaftigkeit abermals hervortrat.

Die Wirkung kräftiger Ströme kann eine Erscheinung hervorrufen, die auch unter mannigfachen anderen Bedingungen auftritt und die wir die primordialschlauchähnliche Veränderung nennen wollen.

Ich habe schon an einem anderen Orte die Ansicht vertheidigt, dass der sogenannte Primordialschlauch kein in der lebenden Zelle gesondert nachzuweisendes Gebilde, vielleicht sogar nur ein Kunstproduct des Todes ist. Weingeist bewirkt z. B., dass er sich von der Zellenhaut entfernt und um den übrigen Zelleninhalt zusammenballt. Es entsteht daher eine helle Lücke zwischen ihm und der Zellenwand. Man sieht das Gleiche in vielen abgestorbenen Haarzellen der Tradescantia. Ich konnte keine Saftbewegung mehr in solchen Zellen erkennen. Es kam mir jedoch vor, dass die in der Grundmasse zerstreuten Körnchen Molekularbewegung darboten.

Wir werden sogleich mehrere Einflüsse kennen lernen, welche diese primordialschlauchähnliche Veränderung herbeiführen. Sie kann dann unter zwei Hauptformen auftreten. Die Begrenzung der den Zelleninhalt umfassenden Figur, die sich von der Zellenwand entfernt hat, ist unregelmässig rundlich oder sie erscheint insofern sternförmig, als die Ränder Bogen nach innen und Spitzen nach aussen bilden.

Starke elektrische Schläge führen nicht selten zu der primordialschlauchähnlichen Veränderung des Zelleninhaltes der Staubfädenhaare der Tradescantia. Die der Brown'schen Molekularbewegung ähnliche Unruhe der Körnchen kann später noch fortdauern.

Der durch die Inductionsströme zum Stillstand gebrachte Saftlauf erholt sich nicht mehr, wenn die primordialschlauchartige Veränderung eingetreten. Dasselbe ist auch schon meistentheils der Fall, wenn sich noch die Formen der einzelnen Strombahnen erhalten haben. Es kam mir jedoch in zwei Fällen vor, dass ich wiederum Saftlauf in einzelnen Zellen von Haaren sah, deren Strömung eine bis anderthalb Stunden vorher durch starke Inductionsschläge gehemmt worden. Die Möglichkeit der Erholung ist also vorhanden, wenn die primordialschlauchartige Veränderung noch nicht eingegriffen hat. Heidenhain hat ebenfalls schon die Wiederkehr des Saftlaufes wahrgenommen.

Man konnte nach dem, was wir von der Flimmerbewegung wissen, erwarten, dass die Saftströmung keine Beeinträchtigung von den heftigsten betäubenden Giften, wenn diese nicht chemisch wirken, erfahren wird. Sie erhielt sich auch über eine Stunde lang in einer starken wässrigen Lösung

von Strychnin und einer solchen von Antiarin. Der Aufenthalt in einer wässrigen Lösung des Opiumextractes liess sie wenigstens in einzelnen Zellen fortbestehen. Die Erwärmung stellte sie in anderen von Neuem her.

Körper, die auf chemischem Wege schädlich wirken, die Grundmasse zur Gerinnung bringen oder auflösen, zerstören natürlich die Saftströmung. Sie steht z. B. bald still, wenn man die Haare mit Weingeist statt mit Wasser befeuchtet. Sie kann jedoch dann in einzelnen Zellen noch beinahe eine Minute lang anhalten, wenn die äussere Zellenhaut nur langsam endosmotisch durchdrungen wird. Nimmt man zur Befeuchtung Glycerin, so bemerkt man hin und wieder etwas Aehnliches. Der Zelleninhalt zeigt oft noch später die Form der meisten früheren Saftströme oder es tritt die primordialschlauchähnliche Veränderung und zwar oft mit der oben erwähnten sternförmigen Gestalt binnen Kurzem auf. Ich fand sie auch in fast allen Zellen von Haaren, die in einer mit Aetherdampf gesättigten Atmosphäre dreiviertel Stunden lang trocken aufbewahrt worden.

Die starken Vergrösserungen, welche die Beobachtung des Saftlaufs von Tradescantia fodert und die nicht sehr bedeutenden scheinbaren Geschwindigkeiten, die selbst dann im günstigsten Falle zum Vorschein kommen, lassen schon schliessen, dass die Bewegung einen hohen Grad von Langsamkeit darbieten wird. Ich machte einige Geschwindigkeitsbestimmungen mittelst eines Mikroskopes, dessen Ocularblendung mit einem Fadennetze versehen war nnd einem Secundenpendel, der immer einen Ton nach je einer Secunde erzeugte. Ich wählte Exemplare von Tradescantia alba, die unmittelbar vorher von ihrem natürlichen Standorte losgeschnitten waren. Verfolgte ich die hellen oder die dunkelen Körnchen, die in der gallertartigen Grundmasse dahingingen, so durchliefen die meisten $^1/_{40}$ Millimeter in 5 bis 6 Secunden. 5,6 Secunden war der Mittelwerth von 12 Einzelbestimmungen. Man hatte hiernach eine durchschnittliche Secundengeschwindigkeit von $^1/_{224}$ Millimeter. Ein anderer Strom gab nur $^1/_{400}$ Millimeter. Die Einwirkung passend erwärmten Wassers kann die Schnelligkeit der Bewegung um die Hälfte und mehr vergrössern. Schultze*) erhielt $^1/_{250}$ bis $^1/_{200}$ Millimeter bei gewöhnlicher Temperatur und $^1/_{125}$ bis $^1/_{100}$ nach der Erwärmung.

Die an freier Luft eingetrockneten oder in dem Laufe der natürlichen Entwickelung zu Grunde gegangenen Haare bieten

---

*) Schultze a. a. O. S. 46. 47.

keine Saftströmung dar. Ich versuchte zu ermitteln, wie lange sich diese nach der Entfernung der Haare aus der Blume unter günstigeren Verhältnissen erhalten kann. Ich bewahrte nämlich mehrere Staubfäden in einem hermetisch geschlossenen Fläschchen auf, an dessen einem Ende sich ein mit Wasser durchtränktes Stück Filtrirpapier befand. Die Luft blieb daher immer mit Wasserdampf gesättigt. Die Zellen der meisten Haare hatten ihren Saftlauf nach 26 Stunden verloren. Eine bot ihn jedoch noch vollständig dar.

Ich habe keine genaueren Untersuchungen darüber angestellt, auf welcher Entwickelungsstufe der Haare die Saftströmungen zuerst auftreten. Ich sah nur, dass man sie hier an einzelnen Staubfädenhaaren wahrnehmen kann, die aus Blumenknospen von kaum einem halben Centimeter Länge stammen. Es fiel mir dabei in Tradescantia virginica var. alba zunächst auf, dass die Zellen eine beträchtliche Menge grösserer Stärkekörnchen enthielten. Viele kleinere Körner kamen in der gallertigen Grundmasse vor. Diese zeigten oft die lebhafteste Molekularbewegung. Man sah in anderen Fällen Strömungen und zwar seltener in einzelnen schmalen Bahnen, als in grösseren Theilen des Gesammtinhaltes der Zelle. Die grossen sowohl als die kleinen Körner folgten häufig diesen Strombewegungen.

Stärkemehlkörner von beträchtlicher Grösse fand ich auch in den Staubfädenhaaren der vollständig entwickelten Blüthen von Tradescantia virginica var. alba in der zweiten Hälfte des Juli, während ich sie, vielleicht zufällig, in denen, die ich während des Junius untersucht, vollkommen vermisst hatte. Man begegnet ihnen also nicht blos in der Knospe, wie behauptet worden. Mischte man Jodtinctur mit dem Wasser, welches das mikroskopische Präparat enthielt, so werden die Zellenwände braungelb und die Stärkemehlkörner heller oder dunkeler blau. Die Saftströmung stockte, so wie das Reagens in die Zelle eindrang und daher mindestens gleichzeitig mit der ersten Bläuung der Stärkekörner. Sie stand aber auch bisweilen früher still.

Es ist mir nicht bekannt, dass man in neuerer Zeit den Saftlauf in den Kelch- und den Stengelhaaren und den Zellen der Blumenblätter von Tradescantia virginica beobachtet hat. Slack *) dagegen, der diese Erscheinungen kurz nach deren Entdeckung durch Rob. Brown untersuchte, beschreibt sie

1) H. Slack, Ueber Elementar-Gewebe der Pflanzen. Uebersetzt von Beilschmied. 1834. 8. S. 27. 28.

hier schon vollständig. Ich sah sie an Blumen, die ich im Junius untersuchte. Sie erhielten sich dann mit grosser Lebhaftigkeit selbst in welken Exemplaren. Ich erkannte sie dagegen in frischen, die ich in der zweiten Hälfte des Julius prüfte, in den wenigsten Haaren des Kelches, wohl aber in den meisten der Blätter.

Die in der Mitte der Blume von Viola tricolor befindlichen Blumenblatthaare und die Blatt-, Stengel- und Blumenblatthaare von Cucurbita pepo zeigen ebenfalls Netze mit weiten Maschenräumen, wie in Tradescantia, in denen man Saftströmung wahrnimmt. Allein die Unebenheiten und die geringere Durchsichtigkeit der äusseren Zellenwand machen hier meistentheils die Beobachtung mühsamer. Man kann sich in beiden Pflanzen überzeugen, dass sehr starke Schläge des Magnetelektromotors die Saftströmung zur Ruhe bringen. Eine Beschleunigung durch schwache Ströme konnte ich hier nicht mit Sicherheit wahrnehmen. Es kam mir bei Cucurbita vor, dass ein Strom, der unter dem Einflusse kräftiger Inductionsschläge still gestanden, später wiederum in Thätigkeit gerieth. Man kann sich auch von der Variabilität der Strombahnen in Viola und in Cucurbita überzeugen, wenn man ein und dieselbe Zelle längere Zeit im Auge behält. Die Zellen der Blatthaare von Cucurbita führen eine nicht unbedeutende Menge grüner Körner. Die meisten blieben ruhig. Einzelne dagegen folgten dem Strome und zwar eine kurze Zeit rasch, standen dann später still und gingen oft hernach von Neuem weiter.

Meyen*) beschreibt noch Saftströmungen aus den Parenchymzellen der Kürbis- und der Melonenstengel, so wie aus den Blattstengeln von Sagittaria sagittifolia. So viel ich sah, scheint sich hier das Gleiche, wie für Tradescantia zu wiederholen, dass nämlich jede Saftströmung in solchen inneren Parenchymzellen seltener, als in den Haaren zum Vorschein kommt, selbst wenn man den Schnitt erst einige Minuten oder eine Reihe von Stunden nach seiner Anfertiguug untersucht.

Die nur unter den stärksten Vergrösserungen genau verfolgbaren Saftströmungen der Kelchhaare von Polemonium coeruleum zeigen viele Eigenschaften, die mit denen der Saftbewegung der Staubfädenhaare der Tradescantia übereinstimmen. Da die Kelchhaare sowohl in der blauen, als in der weissen Varietät dieser Pflanze farblos sind, so kann man auch die Erstere zu den Studien mit Vortheil benutzen. Sie diente mir

*) F. J. F. Meyen, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über den Inhalt der Pflanzen-Zellen. Berlin. 1828. 8. S. 73—75.

zu den meisten Untersuchungen und ist immer gemeint, wenn ich nicht von der weissen Varietät ausdrücklich spreche.

Die älteren langgezogenen Zellen der an der äussern Seite der Kelchblätter befindlichen Haare zeigen am Rande nach innen von der Zellenhaut grauweisse Bänder, die nicht selten oben und unten besonders dick erscheinen. Man sieht in vielen einen runden Kern mit Kernkörperchen und einer hellen Rundung in dem letzteren. Er ist häufig von einer spindelförmig gestalteten grauen Masse umgeben. Diese liegt entweder an dem seitlichen Rande oder an einer Stelle der von oben her betrachteten Zellenwand. Man erkennt oft Strahlen, die von ihr ausgehen. Die Saftströme sind meistentheils schmal und enthalten hin und wieder Körnchen, die mit ihnen fortschreiten. Eine genauere Betrachtung lehrt, dass auch hier eine Grundmasse fliesst. Es kommt vor, dass Stücke derselben auftreten, die breiter, als die gewöhnlichen Ströme sind, oft langsamer dahingehen und nach und nach ihre Form und ihre Geschwindigkeit ändern.

Man bemerkt zunächst die Strömung der Körnchen in den schmalen Bächen, die ihnen angewiesen sind. Diese Unruhe zeigt sich bisweilen in solcher Flächenausdehnung, dass man leicht glaubt, der ganze Zelleninhalt sei in Bewegung. Eine genauere Beobachtung lässt aber eine grosse Zahl von Einzelströmen wenigstens in manchen Fällen erkennen. Die meisten Ströme erscheinen auf der Flächenwand der Zelle. Man sieht jedoch auch manche längs eines Seitenrandes dahingehen.

Das Ganze ruht nicht selten. Man bemerkt an anderen Orten eine scheinbare Molekularbewegung der Körnchen. Sie schwanken aber oft in langen Strecken hin und her, so dass diese Art von beschränktem Saftlaufe in einem Theile der Zelle vorkommen kann, während in den übrigen Abschnitten Ruhe herrscht. Ich machte diese Beobachtung besonders in den Kelchhaaren der weissen Varietät von Polemonium. Es gelingt nicht selten zu sehen, dass gleichzeitig Ortsveränderungen der Grundmasse vorhanden sind.

Laues Wasser scheint auch hier das Auftreten der Bewegung zu beschleunigen. Dass dieses durch Inductionsschläge von passender Stärke möglich sei, glaube ich ebenfalls wahrgenommen zu haben. Sehr kräftige Ströme bringen die Bewegung nach kurzer Zeit zum Stillstand. Sie erhält sich über 4 Stunden lang in Strychninlösung.

Die mittlere Secundengeschwindigkeit der Körnchen betrug nur $^1/_{320}$ Millimeter. Sie stieg von selbst oder durch den

Einfluss der Inductionsschläge auf $^1/_{240}$ Mm., glich aber auch bisweilen nur $^1/_{400}$ Mm. in ganz frischen Haaren.

Die Haare der Nessel (Urtica dioica) zeigen ebenfalls die Strömungserscheinungen nur bei dem Gebrauche der besten Linsen in befriedigender Weise. Ich bediente mich hier fast ausschliesslich der Eintauchungslinse von Hartnack Nr. 10 zu den sogleich zu erwähnenden Beobachtungen.

Man kann sich zunächst überzeugen, dass die Saftströmung schon in den frischen, nicht befeuchteten Haaren der Blätter oder des Stengels der Brennessel vorhanden ist und nicht erst durch die Wasserbefeuchtung hervorgerufen wird. Sie rührt also nicht davon her, dass das bei der gewöhnlichen mikroskopischen Untersuchung das Haar umgebende Wasser endosmotisch eindringt. Die Erscheinung zeigt sich am leichtesten an den Endtheilen der trockenen Haare. Die Befeuchtung mit Wasser erleichtert aber ihre Erkenntniss ausserordentlich. Daher alle genaueren Beobachtungen unter Wasser vorzunehmen sind.

Die mit scheinbar spindelförmigen Erhabenheiten aussen besetzten, kürzeren, schmäleren und spitz auslaufenden Haare zeigen sie eben so gut, als die mit Schraubenlinien gezeichneten, längeren und breiteren, erst spitz zugehenden und dann knopfförmig endigenden Haare. Die letzteren eignen sich zu den Beobachtungen besser, weil die starre mit Spirallinien gezeichnete Zellenwand die Untersuchung weniger stört.

Man sieht wiederum die Ströme der feinen Körnchenmasse innerhalb der grauweissen Grundsubstanz. Die Beziehungen zum Kern können ähnlich wie bei Tradescantia sein. Schmalere oder breitere Ströme laufen oft an der Fläche oder an der Seitenkante dicht bei einander. Die minderbreiten Endstücke der Zellenhöhle zeigen in der Regel eine grosse Zahl der Körnchen, deren Stromesrichtungen dicht bei einander entgegengesetzt sind. Dieses gilt auch von dem knopfförmigen Ende, in dem man das Umbiegen zu bemerken pflegt. Man sieht wulstartige Hervorragungen, besonders gegen die Basis hin.

Es kam vor, dass noch der Saftlauf in einem an dem freien Ende abgebrochenen Haare vorhanden war. Er fehlte nur in dem äussersten Endstücke. Man hatte aber unmittelbar darauf einen lebenden Theil mit entgegengesetzt gerichteten Strömen.

Untersuchte ich die Erscheinungen bei einer Luftwärme von 13° C., so bewegten sich die Körnchen mit einer mittleren Secundengeschwindigkeit von $^1/_{320}$ bis $^1/_{240}$ Millimeter. Schultze*) fand $^1/_{250}$ bis $^1/_{200}$ Mm. Dieselben Unregelmässig-

*) Schulze a. a. O. S. 46. 47.

keiten der Strombette und ähnliche Formveränderungen der Grundmasse, wie wir an Tradescantia und an Polemonium kennen lernten, kehren auch hier wieder. Man sieht z. B. am Rande einen mehr oder minder mächtigen Vorsprung, der langsam fortrückt. Seine Gestalt wechselt allmälig. In der Nähe der Basis des Haares, welche an die mit grünen Körnern gefüllten Zellen des Untersatzes stösst, erscheinen oft zahlreiche Streifen, welche den Eindruck hervortretender Längswülste machen und zwischen denen häufig Bahnen von Körnchenströmen verlaufen. Die Bewegung ist hier in anderen Fällen so ausgebreitet, dass der grösste Theil der Fläche des Haares von der fliessenden Masse bedeckt wird.

Die Haare der Nesseln eigenen sich im Ganzen weniger, die Beschleunigung der Strömung durch eine passende Wärme und durch Inductionsschläge von entsprechender Stärke zur Anschauung zu bringen. Die letzteren blieben häufig erfolglos. Ich hatte aber auch Fälle, in denen sich die Bewegung sichtlich beschleunigen liess, wenn die Rollen des Magnetelektromotors 1 bis 3 Centimeter auseinander geschoben waren. Starke Schläge erzeugen die von Bruecke*) schon geschilderten Erscheinungen und endlich den Stillstand, während die Körnchen noch die scheinbare Molekularbewegung darbieten oder ebenfalls ruhen. Manche Haare vertragen dieselben Schläge, welche die Bewegung in anderen sogleich hemmen, mehr als fünf Minuten. Die blasenähnlichen daran auftretenden Gebilde kommen auch sonst, besonders in abgestorbenen Haaren vor.

Grössere Nesselhaare, die eine Stunde lang in einer starken Strychninlösung gelegen hatten, zeigten einen eben so lebhaften Saftlauf, als frische, die man nur unter Wasser untersuchte.

Die längeren Haare von Urtica urens und U. cannabina können ebenfalls benutzt werden, die eben aus U. dioica erwähnten Erscheinungen zur Anschauung zu bringen. Die ersteren zeigten mir am deutlichsten die Bildung kolbiger Fortsätze der Grundmasse durch Inductionsströme von solcher Stärke, dass die Bewegung binnen Kurzem still stand. Ich fand auch hier die Saftströmung in den Haaren von Stengeln und Blättern, die seit 2 bis 4 Tagen abgeschnitten in der Luft aufbewahrt und daher sehr welk geworden waren.

Gehen wir zu Vallisneria spiralis über, so sieht man bekanntlich die Zellensaftrotation am leichtesten in den längern

---

*) Bruecke, Sitzungsber. der Wiener Akademie. Bd. XLVI. 1862. S. 36—38.

Zellen des Blattparenchyms. Man kann sie aber auch in den kürzeren in vielen Fällen wahrnehmen. Behält man eine solche Zelle ungefähr eine Viertelstunde im Gesichtsfelde, so bemerkt man, dass sich die wechselseitige Stellung der grünen Körner geändert hat. Die in der Zwischenzeit oft wiederholte Untersuchung liess aber keine Bewegung erkennen. Diese muss also so langsam sein, dass sie trotz der mit der Linearvergrösserung des Mikroskopes wachsenden scheinbaren Geschwindigkeit der unmittelbaren Auffassung entgeht.

Die Grenze, bei der ich die Bewegung eines dunklen linienförmigen Körpers, z. B. eines Minutenzeigers einer Uhr, auf hellem Grunde erkenne, liegt ungefähr bei einer Ortsveränderung von einer Bogenminute in einer Zeitsecunde*). Untersuche ich also z. B. bei einer Linearvergrösserung von 120 und nehmen wir an, dass sich die Chlorophyllkörner für mein Auge ähnlich verhalten, wie der Minutenzeiger, so wird die Grenze der Wahrnehmbarkeit der Bewegung derselben bei einer reellen Ortsverrückung von einer halben Bogensecunde für dle Zeitsecunde liegen. Ich kann meine mittlere Sehweite zu 24 Centimeter anschlagen. Ich würde hiernach eine Ortsveränderung von $^1/_{1700}$ Mm. für die Secunde unter jener Mikroskopvergrösserung noch erkannt haben. Die Chlorophyllkörner mussten sich daher langsamer bewegen.

Untersucht man feine Flächenschnitte des Blattes, so fehlt in der Regel die Saftströmung unmittelbar nach der Anfertigung des Präparates. Sie tritt nach einiger Ruhezeit und zwar im Allgemeinen um so eher auf, je wärmer die Umgebung ist.

Es hat auf den ersten Blick das Ansehen, als wanderten nur die grünen Inhaltskörner längs der Zellenwand in geschlossener Bahn herum. Diese kann gleich oder entgegengesetzt gerichtet in zwei benachbarten Zellen erscheinen. Eine genauere Beobachtung lehrt aber, dass hier noch andere Bewegungen vorkommen. Man sieht eine grauweisse gallertige Grundmasse oder ein Protoplasma, wie einen Schweif hinter einem grünen Korne einhergehen und mit ihm kreisen. Die grünen, in der Mitte der Zelle befindlichen Körner ruhen meistentheils. Eines derselben löst sich hin und wieder los und dringt in den Randstrom, ungefähr wie ein Blutkörperchen einer stockenden Blutsäule, die in ein benachbartes wegsames Capillargefäss übertritt. Es kommt auch vor, dass sich

---

*) Lehrbuch der Physiologie. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. II. 1848. 8. S. 184.

der ganze centrale Ballen grüner Körner dreht oder schwankt und endlich fortschreitende Bewegungen macht. Man sieht oft einen grossen rundlichen Körper, den man leicht für einen Kern hält. Er ruht meistentheils. Ich bemerkte aber auch in einzelnen Fällen, dass er sich drehte oder selbst in den Wandstrom eintrat und eine Strecke weit mit diesem fortging. Man hat mit einem Worte hier nicht, wie es zunächst scheint, eine blosse Strömung der grünen Körner, sondern auch eines grösseren oder geringeren Theiles der gallertigen Grundmasse der Zelle.

Die genauere Untersuchung führt noch einen Schritt weiter. Man findet nämlich dann einzelne Zellen, an deren Wand ein schmaler Saum der weissgrauen Grundmasse kreist. Ein oder wenige grüne Körperchen zeigen sich nur nach grösseren Zwischenräumen. Eine umfangreichere länglich-runde Masse, die vollkommen gesondert ist oder grüne Körner an verschiedenen Stellen ihrer Aussenfläche trägt, schwimmt bisweilen in dem Wandstrome mit. Einzelne der grünen Körner lösen sich hin und wieder unter den Augen des Beobachters ab. Andere dagegen ballen sich wechselseitig zusammen.

Die genauere Untersuchung der verschiedenen grünen Körner führt zu der Erkenntniss der mannigfachen Formen derselben. Viele sind länglich bis spindelförmig und einfach. Manche zeigen einen hellen Zellensaum um die grüne Masse. Andere bieten die verschiedensten Stufen von Vermehrung durch Theilung dar. Man findet einzelne, die eine, und andere, die mehrere dunkele Linien, wie durch Furchen erzeugt, darbieten. Andere sind doppelbrodartig oder zu dreien zusammengehäuft, frei oder von einer durchsichtigen Hülle umgeben. Viele besitzen einen, einzelne zwei und selbst bis vier Kerne. Schnitte, die einige Tage in Wasser gelegen haben, zeigen bisweilen noch eine grosse Menge kleiner rundlicher bis länglichrunder Körner, die eine lebhafte Molekularbewegung darbieten.

Verfolgt man den Uebergang aus der Ruhe in die Saftrotation, so sieht man bisweilen, dass ein oder mehrere der grünen Körperchen langsam fortzuschreiten anfangen. Es kommt dabei vor, dass sie wiederum still stehen. Ich sah z. B. in einem Falle, dass sich das vordere Körperchen langsamer, als das hintere bewegte. Das Letztere erreichte bald das Erstere, schob dasselbe nach der Mitte der Zelle hin, wo seine Bewegung aufhörte und ruhte dann selbst wiederum nach kurzer Zeit. Die Bewegung der Körperchen wird allmälig rascher. Es nehmen immer mehr an derselben Theil, bis sich endlich der gewöhnliche Saftlauf herstellt. Ist dieser aber auch noch

so lebhaft, so sieht man doch häufig, dass einzelne Körperchen plötzlich langsamer fortzuschreiten anfangen oder mitten in dem Strome ruhen. Sie werden nicht selten fortgestossen, haften hin und wieder an anderen Körperchen und gehen mit diesen weiter fort. Das Zusammenballen und die Trennung der einzelnen Körner kommt häufig vor.

Man kann sich auch an Vallisneria überzeugen, dass die Wärme als Erregungsmittel des Saftlaufes zu wirken im Stande ist. Ein unmittelbar vorher angefertigter Schnitt, der unter kaltem Wasser untersucht wird, zeigt den Saftlauf nicht. Man muss in der Regel eine Reihe von Minuten warten, ehe er zum Vorschein kommt. Legte ich dagegen frisch angefertigte Schnitte in lauwarmes Wasser, so gelang es mir häufig, den Saftlauf auf der Stelle wahrzunehmen. Ich stellte auch den Versuch so an, dass ich mich zuerst überzeugte, ob keine Saftströmung in dem frischen, in kaltem Wasser untersuchten Schnitte vorhanden war. Nahm ich hierauf laues Wasser zur Befeuchtung, so liess sich die Drehung in einer Reihe von Zellen sogleich erkennen. Ich kann nicht angeben, welche Wärme die günstigste ist. Hatte ich einen Schnitt mit Wasser von 45° C. benetzt, so stand der Saftlauf still. Ob dieses immer der Fall sein wird, möchte ich bezweifeln. Die für länger anhaltende Beschleunigungen günstigen Wärmegrade liegen wahrscheinlich schon unter 30° C.

Hatte ich die zu dem Elektrisiren bestimmte Vorrichtung, wie sie oben bei Gelegenheit der Haare von Tradescantia beschrieben worden, hergestellt, so zeigte sich, dass man die mannigfachsten Erfolge, je nach Verschiedenheit der Stromstärke in Vallisneria erhalten kann. Schiebt man die Rollen weit auseinander, so zeigen die schwachen Ströme keine Wirkung irgend einer Art. Nähert man die Rollen allmälig, so gelangt man zu einer Stromstärke, die unzweifelhaft beschleunigend wirkt. Man wähle Zellen, in denen die Körner langsam fliessen. Taucht man dann den Verbindungsdraht in das Quecksilber, so dass das Hammerwerk des Magnetelektromotors zu spielen anfängt, so wird die Bewegung nach einer oder einigen Secunden auffallend rascher, eine Erscheinung, von der sich auch viele andere Personen ausser mir überzeugten. Hatten z. B. die grünen Körperchen eine Secundengeschwindigkeit von $^1/_{200}$ bis $^1/_{240}$ Millimeter, so zeigten sie $^1/_{160}$ Mm. während und nach der Elektrisation. Die Schnelligkeit änderte sich ein anderes Mal von $^1/_{160}$ Mm. zu $^1/_{120}$ Mm. und ein drittes Mal von $^1/_{120}$ Mm. zu $^1/_{80}$ Mm. Ist die Geschwindigkeit durch die passenden elektrischen Schläge vergrössert worden, so erhält

sie sich noch eine Zeit lang auf derselben Stufe, nachdem die elektrische Erregung aufgehört hat.

Schiebt man die Rollen des Schlittenapparates vollkommen zusammen, so dass sehr kräftige Inductionsschläge den Blattschnitt durchsetzen, so steht die Strömung still. Man sieht bisweilen, wie sie anfangs langsamer wird und endlich aufhört. Das letztere tritt erst hin und wieder nach der Beendigung der Elektrisation ein. Es hängt von der Stärke der elektrischen Einwirkung ab, ob eine spätere Erholung möglich bleibt oder nicht. Die verschiedenen Präparate zeigen übrigens bedeutende Unterschiede. Dieselbe Stromstärke kann den Saftlauf in einem Schnitte hemmen und in dem andern ungestört fortbestehen lassen. Ich fand schon in früheren Beobachtungen*), dass Stromstärken, welche die Saftbewegung der Vallisneria nicht hinderten, die der Charen aufhoben.

Jene älteren Erfahrungen**) lehrten ferner, dass der Aetherdampf, eine wässrige Auflösung des Opiumextractes und eine gesättigte Lösung von salpetersaurem Strychnin die Saftbewegung aufhoben. Legte ich einen Vallisneriaschnitt in dieselbe Strychninlösung, welche die Strömung in den Zellen der Tradescantiahaare fortbestehen liess, so konnte ich nur noch eine schwache Bewegung in den wenigsten Zellen eine halbe Stunde später erkennen. Alles stand nach zwei Stunden still. Die lebhafteste Saftströmung erhielt sich dagegen über vier Stunden in der oben erwähnten Antiarinlösung. Eine mässig rothe Fuchsinlösung hemmte sogleich die Saftbewegung. Die früher grünen Körner erschienen jetzt grüngelb und zeigten meist dunkele Schattenlinien in der Mitte.

Die älteren Erfahrungen gaben mir im Winter $^1/_{120}$ bis $^1/_{180}$ Millimeter Secundengeschwindigkeit in dem kalten Wasser. Sie sank bisweilen auf $^1/_{250}$ Mm. Die neueren Beobachtungen, die ich im Juni und mit wärmerem Wasser anstellte, lieferten höhere Werthe. Eine Secundengeschwindigkeit von $^1/_{72}$ bis $^1/_{96}$ Millimeter gehörte zu den gewöhnlichen Fällen. $^1/_{64}$ Mm. kam unter besonders günstigen Verhältnissen vor. Es versteht sich von selbst, dass die einer grösseren Langsamkeit entsprechenden Werthe nicht mangelten. Es kommt übrigens oft vor, dass ein Korn seine Geschwindigkeit in hohem Grade ändert, während es längs einer der Zellenwände dahingeht.

---

*) Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Zweite Auflage. Bd. II. Abth. II. Braunschweig. 1848. 8. S. 614.

**) Ebendaselbst S. 609.

Der Saftlauf der Vallisneria vermag sich in einem kleinen Schnitte mehr als zwei Monate zu erhalten, wenn man selbst das Wasser nicht wechselt. Das Präparat kann dabei schleimig zerfliessen und sich theilweise entfärben*). Ich sah auch die Bewegung in einer ziemlich starken Zuckerlösung Tage lang fortdauern. Die Drehung von Schneckenembryonen setzte sich in dieser Flüssigkeit eben so lange fort, während der Saftlauf von Hydrocharis schon nach einer Stunde still stand. Trocknete ich Blattschnitte von Vallisneria, welche die Saftbewegung dargeboten hatten, ein und weichte sie später durch einen 18stündigen Aufenthalt in Wasser auf, so gelang es mir nicht, die Saftbewegung durch die Anwendung von warmem Wasser von Neuem hervorzurufen.

Aeltere Forscher, wie Gozzi, Amici und Raspail**), haben schon angegeben, dass man zwei oder selbst drei Kreisströme in einer Zelle oder einem Schlauche der Chara hispida erhalten kann, wenn man diesen in der Mitte oder an zwei verschiedenen Stellen mit einem Faden unterbindet. Ich versuchte etwas Aehnliches mit der Vallisneria auf anderem Wege. Ich brachte einen Schnitt, der den Saftlauf zeigte, in das Compressorium, legte einen dünnen Kupferdraht quer hinüber und schraubte vorsichtig zu, während ich durch das Mikroskop sah. Der Saftlauf dauerte bis zu einem verhältnissmässig starken Drucke fort, stand aber bei noch kräftigerer Compression in den getroffenen Zellen still, während er in den benachbarten ungehindert anhielt. Ich machte noch mehrfach den Versuch, den Zelleninhalt aus den Zellen auszudrücken, um zu sehen, ob er eine Bewegung im Freien darbiete. Diese Bemühungen führten immer nur zu negativen Ergebnissen.

Die Wurzelhaare von Hydrocharis morsus ranae gewähren den Vortheil grosser Länge und eines hohen Grades von Durchsichtigkeit. Man sieht die Wandströme am leichtesten und erkennt in ihnen dreierlei Hauptbestandtheile, die gallertige Grundmasse (Protoplasma), kleine vereinzelte oder zu Haufen zusammengeballte Körnchen, die nicht selten ein gelbliches Aussehen, besonders wenn sie nicht genau im Focus stehen, darbieten, und grosse helle Kugeln. Es kommt vor, dass die letzteren ihre runde Form behalten, wenn sie mit der Grundmasse in dem Seitenstrome dahingehen. Sie platten sich aber

---

*) Ebendaselbst S. 609. 610.

**) F. W. Raspail, Neues System der Chemie organischer Körper auf neue Methoden der Beobachtung gegründet. Uebersetzt von F. Wolff. Stuttgart 1834. 8. S. 505.

auch häufig so sehr ab, dass man nur eine Halbkugel sieht, deren ebene Durchmesserfläche der Seitenwand entspricht, während die Rundung nach der Höhle des Haares gerichtet ist. Mehrere solcher durchsichtigen Kugeln von verschiedener Grösse hängen bisweilen zusammen und behalten dabei ihre runden Formen oder drücken sich gegenseitig geradflächig. Man hat hier die auch in den früher erwähnten Gewächsen vorkommende Erscheinung, dass die Hauptbewegung von der gallertigen Masse ausgeht und die Körnchen oder die Kugeln nicht selten zuerst rascher und dann langsamer fortschreiten. Die meisten, die einem bestimmten Strombezirke angehören, bewegen sich hin und wieder mit einer bestimmten Geschwindigkeit, während eine oder wenige plötzlich langsamer fortrücken, für einige Zeit ruhen oder durch den Uebergang in die Tiefe dem Anblicke verschwinden. Die grossen Kugeln ändern oft ihre Formen unter den Augen des Beobachters. Dieser Gestaltenwechsel macht jedoch nicht den Eindruck, als rührte er von selbstständigen Zusammenziehungen her. Er scheint vielmehr dadurch erzeugt zu werden, dass die Masse der Kugeln sehr weich und nachgiebig ist und daher ihre Form schon bei geringen Hindernissen wechseln lässt. Man bemerkt übrigens bisweilen zwei Ströme, die in entgegengesetzten Richtungen an derselben Seitenwand dahingehen, schon ohne Aenderung der Focaleinstellung.

Die Flächenbetrachtung zeigt nicht selten kleine Sterne, die man zunächst für Krystalldrusen zu halten geneigt ist. Ob sie es wahrhaft sind, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Betrachtet man sie auf dem rothen Gypsgrunde des Polarisationsmikroskopes, so erscheinen sie gelblich. Die Analyse mit einem einzigen Nicol lässt die Seitenränder abwechselnd hell und dunkel erscheinen. Sie gehören also zu den doppelt brechenden Körpern. Es hat bisweilen das Aussehen, als ob sie einem rundlichen Mittelkörper aufsässen. Dieses Bild kann jedoch auch möglicher Weise durch einen aus der Vogelperspective verkürzt gesehenen Sternast hervorgerufen werden.

Stellt man den Focus gehörig ein, so sieht man auch den lebhaften Flächenstrom. Man hat in der Regel ein ausgedehntes Fliessen der gallertigen Grundmasse in breitem Gesammtbache oder in zahlreichen Einzelströmen. Man stösst seltener auf den Fall, dass sich nur wenige getheilte Ströme zeigen und es ereignet sich dann nicht selten, dass sie sich unter den Augen des Beobachters ändern, spalten, trennen, an einem Orte schwinden und an einem anderen auftreten. Ich

machte diese Beobachtungen am leichtesten in der Nähe des blinden kolbigen Endes des Haares, an dem man noch den Seitenstrom bogenförmig herumgehen sieht.

Die Grundmasse ändert häufig ihre Gestalt, ungefähr wie ein Brei, der auf breiterer Bahn hinabfliesst. Zuckende vorschiessende Bewegungen sind mir nicht aufgefallen.

Laues Wasser liess oft die Bewegung, die ich bei 20^0 C. der Luft untersuchte, unverändert. Ich hatte jedoch auch ein paar Fälle, in denen mir eine Beschleunigung deutlich schien. Kühlte ich das Präparat beträchtlich ab, indem ich ein Stück mit Schwefeläther durchtränkten Filtrirpapiers auf die Rückseite des Objectglases klebte, so erhielt sich dessenungeachtet der Saftstrom mit verhältnissmässig beträchtlicher Lebhaftigkeit. Das Wasser, welches das Präparat umgab, war jedoch noch nicht gefroren.

Man kann häufig schwache Inductionsschläge des Magnetelectromotors anwenden, ohne einen Geschwindigkeitswechsel der Bewegung wahrzunehmen. Ich habe mich aber auch hier überzeugt, dass es eine gewisse Langsamkeit der Strömung gibt, die durch passende Inductionsschläge wesentlich vermindert wird. Die Beschleunigung ist in glücklichen Verhältnissen sehr auffallend. Starke Ströme heben die Bewegung sogleich auf. Die verschiedenen Haare zeigen ungleiche Empfindlichkeitsgrade in dieser Beziehung. Dieselben Schläge, welche die Saftströmung einzelner nach einer bis wenigen Secunden unter meinen Augen zum Stillstande brachten, störten die Bewegung nicht im geringsten in manchen anderen. Ich konnte keine Bewegung in Haaren wahrnehmen, die eine und eine halbe bis vier Stunden in einer starken Strychninlösung verweilt hatten.

Die gewöhnliche mittlere Secundengeschwindigkeit der gallertigen Grundmasse betrug $^1/_{100}$ Mm. Ich hatte auch Fälle, in denen sie auf $1/_{67}$ Mm. stieg oder auf $^1/_{200}$ Mm. hinabging. Diese Bestimmungen beruhen auf Beobachtungen, in denen ich Strecken von $^{21}/_{200}$ Mm. Länge unter dem Mikroskope verfolgte, so dass 7 bis 21 Secundenschläge des Pendels während einer Beobachtung gezählt wurden.

Steht die Bewegung still, so bieten nicht selten die Körnchen wirkliche oder scheinbare Molekularbewegung dar. Manche von ihnen sind von einem hellen Hofe umgeben.

Ich durchschnitt mehrfach die Wurzelhaare und betrachtete dann die Grundmasse innerhalb oder ausserhalb derselben. Ich konnte eine Orts- oder eine Formveränderung derselben in keinem dieser Fälle beobachten. Die kleinen Körner zeigen

oft noch Molekularbewegung im Freien, wenn sie auch von keiner kenntlichen Menge gallertiger Grundmasse umgeben sind.

Die Haare, mit denen die unreifen in dem Pistill enthaltenen Eichen von Hydrocharis versehen sind, zeigen ebenfalls den Saftlauf. Man sieht in der Regel die strahlenförmigen vereinzelten Ströme, bemerkt aber auch hin und wieder breite Bäche, welche den ganzen oder den grössten Theil der Zellenwand einnehmen. Diese Haarzellen eignen sich sehr gut, den Wechsel der Form der Ströme und der Gestalt der gallertigen Grundmasse, so wie die Passivität der kleinsten Kügelchen bei den Bewegungen vor Augen zu führen. Die Oberhautzellen bieten meistentheils ruhige linienförmige Saftablagerungen von derselben Strahlenform, wie die Ströme der Haare dar. Man kann aber auch hier die Saftbewegung in manchen Zellen und zwar leichter und häufiger, als in Schnitten des Parenchymes der Blätter oder des Stengels wahrnehmen.

Eine der Zellen der Wurzel von Stratiotes aloides lieferte den Fall, dass die kleinen Körner eine eben noch dem Auge kenntliche Ortsveränderung bei einer 125fachen Vergrösserung zeigten. Legt man die oben angeführten Werthe zum Grunde, so würde dann die Secundengeschwindigkeit von ungefähr $^1/_{1600}$ Mm. dargeboten haben. F. Cohn bemerkte hier schon vor mir dieselbe äusserst langsame Bewegung, die oben aus Vallisneria beschrieben wurde.

Man kann zwar den Kalküberzug der Charen, z. B. den von Chara hispida, entfernen, ohne den Saftlauf in dem Innern des Rohres aufzuheben. Die Untersuchung der einer solchen kalkigen Umhüllung entbehrenden Nitellen fodert aber nicht diese keineswegs immer leichte und gefahrlose Vorbereitung. Ich benutzte daher vor Allem Nitella syncarpa zu einigen vervollständigenden Untersuchungen. Die an der Innenfläche der glashellen Zellenwand befindliche grüne Körnerschicht macht es unmöglich, den Saftstrom so sehr im Einzelnen zu verfolgen, wie in anderen durchsichtigeren Zellen oder Haaren. Man sieht nur im Allgemeinen die Bewegung der zahlreichen hellen Kugeln und bemerkt oft entgegengesetzt gerichtete Ströme derselben, je nachdem man den Focus höher oder tiefer auf der Fläche des Rohres einstellt. Die beträchtliche Länge der Röhren der Nitellen gewährt aber den Vortheil, dass man an ihnen mannigfache Versuche mit Durchschneidungen, Unterbindungen, örtlichen Druckwirkungen und dergl. mit Leichtigkeit machen kann.

Schneidet man eine Röhre quer durch, so fliesst eine verhältnissmässig nicht sehr bedeutende Menge des strömenden Saftes aus, so wie kein künstlicher äusserer Druck einwirkt. Hat man zuerst das Röhrenstück frei untersucht und legt alsdann ein Deckgläschen auf, nachdem Alles zur Ruhe gekommen, so tritt eine neue und zwar häufig eine beträchtlich grössere Menge des Saftes zur Schnittwunde als früher heraus. Wir werden aus diesen Thatsachen schliessen, dass der im Leben sich bewegende Saft unter einer gewissen, aber keineswegs sehr grossen Spannung steht.

Ich habe den nach der Durchschneidung ausgetretenen Saft oft untersucht, um nachzusehen, ob die mit ihm hervorkommenden hellen Kugeln irgend eine Art von Eigenbewegung darboten. Alle Bemühungen der Art führten nur zu negativen Ergebnissen. Ich liess zuerst den Saft in reines Wasser oder in Zuckerlösung fliessen. Um die Möglichkeit einer störenden Wirkung irgend einer fremden Flüssigkeit zu beseitigen, trocknete ich die unversehrten Röhren möglichst gut ab, durchschnitt sie hierauf und liess dann den grössten Theil des Inhaltes ohne Vermischung mit einer anderen Flüssigkeit unter Anwendung leisen Druckes austreten, während ich unter dem Mikroskope beobachtete. Man sah nur das passive Ausströmen der Kugeln, die bald an einem mehr oder minder entfernten Orte zur Ruhe kamen.

Weder die durchsichtigen Kugeln des Saftes, noch die grünen der Röhrenwand zeigten eine Spur von Flimmerhaaren oder Wimperlappen.

Der Versuch, den einfachen Saftstrom durch die Unterbindung der Röhre in zwei zu sondern, gelingt in Nitella syncarpa sehr leicht. Man kann auch hier die von Raspail*) gemachte doppelte Unterbindung mit Erfolg vornehmen. Schneidet man die beiden Endstücke jenseit der zwei Ligaturen ab, so lassen sich diese nach einigen Tagen entfernen, ohne dass der Verschluss aufgehoben wird. Die Röhrenwände bleiben an den Enden zusammengeklebt und der Saftlauf kann in der künstlich verkürzten Zelle fortdauern.

Verletzungen, durch welche die grüne Innenschicht entfernt wird, scheinen den Saftlauf an dieser Stelle, nicht aber nothwendiger Weise in den übrigen Bezirken des Rohres aufzuheben. Drückt man einen Bezirk desselben mit der Pincette zusammen, so gelingt es leicht, die grüne Innenlage an diesem Orte zu entfernen, ohne die äussere glashelle und durchsichtige

---

*) Raspail a. a. O. S. 505.

Haut sichtlich zu verletzen. Der Saftlauf stand bisweilen auch in den grünen Theilen des Rohres in Folge dieses Eingriffes still. Gelang aber der Versuch vollkommener, so strömten die Kugeln die längste Zeit in der Richtung von dem Ende des Rohres nach der von der grünen Masse entblössten Gegend desselben und staueten sich hier, so dass sich eine immer grössere Menge derselben nach und nach anhäufte. Die Bewegung kann sich in dem grünen Theile des Rohres lange Zeit fortsetzen. Sie scheint sich selbst, wie in einem durch die Unterbindung gesonderten Abschnitte verhalten zu können.

Es ist schon oben bei Gelegenheit der Vallisneria spiralis angegeben worden, dass der Saftlauf in gesonderten Schnitten dieser Pflanze noch nach zwei bis drei Monaten auftreten kann. Diese auffallende Thatsache bewog mich nachzusehen, wie lange die Saftströmungen in verschiedenen verwelkenden Landpflanzen fortdauern. Ich fand dabei:

Pflanze.	Theil.	Zeitdauer.
Tradescantia virginica.	Haare des Kelches, des Blüthen- und des Blattstengels.	Vier Wochen.
Polemonium coeruleum.	Kelchhaare.	Vier Wochen.
Urtica dioica.	Haare des Blattstengels.	Zwei Wochen.
Urtica urens.	Desgl.	Zwei Wochen.
Urtica cannabina.	Desgl.	Ein und eine halbe Woche.

Es versteht sich von selbst, dass diese Zeitwerthe noch nicht Anspruch machen dürfen, als die wahren möglichen Maxima zu gelten.

Können die in dieser Abhandlung mitgetheilten Thatsachen noch keineswegs über die Ursache der Saftströmung irgend sicheren Aufschluss geben, so eignen sie sich doch, einige auf diesem Gebiete gemachte Annahmen zu beseitigen und vielleicht sogar einen positiven Schritt der Erkenntniss zu begründen.

Manche Forscher, wie Karsten*), sehen die Bewegung des Zellensaftes der Nesselhaare als eine einfache Diffusionserscheinung an. Das das Präparat umgebende Wasser dringe allmälig in das Innere und mische sich nach und nach mit dem Inhalte. Die Saftrotation biete daher ein Diffusionsphä-

*) Karsten a. a. O. S. 326. 327.

nomen „seiner einerseits durch Endosmose, andererseits durch die Assimilationsthätigkeit der angrenzenden Zellhäute, in fortwährender Mischungsänderung befindlichen Portionen.“

Da sich der Saftlauf der Nesselhaare ohne alle Befeuchtung derselben erkennen lässt, so folgt, dass das endosmotische Eindringen von Wasser, welches dasselbe bei der gewöhnlichen mikroskopischen Untersuchung umgibt, nicht die wesentliche Ursache der Erscheinung bildet. Eine solche Erklärung würde auch nicht für die Wasserpflanzen passen. Die Diffusionswirkung ist gewiss in einem frischen befeuchtetun Schnitte des Blattes der Vallisneria spiralis für die länglichen inneren Zellen im Anfange lebhafter, als später. Die Saftbewegung fehlt aber zuerst, wenn man sie nicht künstlich durch höhere Wärme hervorruft. Sie tritt erst nach geraumer Zeit bei niederer Wärme auf.

Raspail*) sucht die Strömungsursache in der Aufnahme und der Aushauchung von Stoffen durch die grünen Abtheilungen, nicht aber durch den farblosen Bezirk der Röhrenwand. Das Allgemeine und zum Theil Unbestimmte dieser Erklärung kann natürlich nicht befriedigen. Wir werden überdies sehen, dass manche Erscheinung, die eine einer ähnlichen Auffassung günstige Deutung auf den ersten Blick zu gestatten scheint, sie bei genauerer Untersuchung zweifelhaft lässt.

Viele neuere Forscher, wie Ferd. Cohn, Bruecke, Heidenhain, M. Schultze, erklären die Grundmasse oder das Protoplasma für eine contractile, sarcodenähnliche Masse. Es ist keine Frage, dass die Strömchen und die Körnchenbewegung in Tradescantia, Polemonium und dergl. an die contractile Masse der Rhizopoden auf den ersten Blick erinnern. Die Vacuolenbildung, die man in der Grundmasse bisweilen wahrnimmt, das wenn auch selten, doch unzweifelhaft vorkommende Vortreten von Fäden in Vallisneria und Hydrocharis, die Zapfenbildungen in der Protoplasmamasse der Nesselhaare nach der Einwirkung starker elektrischer Schläge, das oben beschriebene Vor- und Zurückrücken der Körnchen, das Drehen von Kugeln und die der Brown'schen Molekularbewegung ähnlichen Ortsveränderungen, ehe die lebhafte Rotation beginnt, sind Dinge, die für die Analogie oder selbst die Identität des Protoplasma und der thierischen Sarcode bestechen können. Wir werden jedoch sogleich sehen, dass sich auch alle diese Erscheinungen auf andere Weise erklären lassen.

Einige der oben angeführten Thatsachen dürften wider die

---

*) Raspail a. a. O. S. 506 flgg.

sarcodenähnliche Beschaffenheit der Grundmasse zeugen. Zerschneiden wir ein aus Sarcode bestehendes Thier, so behalten die Bruchstücke die beiden Haupteigenschaften des früheren Ganzen, die Beweglichkeit und die Fähigkeit der Vacuolenbildung bei. Das Protoplasma der pflanzlichen Saftströme zeigt diese Eigenthümlichkeit nicht. So oft ich den durch Querschnitte der Haare, des Blattes oder der Röhren von Urtica, Hydrocharis, Vallisneria oder Nitella auslaufenden Inhalt in der Luft, unter Wasser oder unter Zuckerlösung untersuchte, so konnte ich doch nie eine Spur von selbstständiger Bewegung oder Formveränderung bemerken. Diese liess sich aber erwarten, wenn man es mit einer contractilen Masse zu thun gehabt hätte. Ich kann mich hier allerdings nur auf negative Ergebnisse berufen, von denen Tausende durch eine einzige spätere positive überwunden werden. Sie dürften aber doch gegenüber den beständigen positiven, welche die Sarcode gibt, in's Gewicht fallen. Dazu kommt noch, dass die Saftströmung der Nitellen an die regelrechte Existenz der grünen Innenschicht gebunden scheint — ein Umstand, der sich mit der Annahme einer selbstständigen verkürzbaren Masse ebenfalls nicht verträgt. Verfolgt man die Erscheinungen z. B. in Schnitten von Vallisneria Wochen oder Monate lang, so sieht man, dass der Saftlauf in manchen Fällen mehrere Tage fehlt und später wiederum auftritt. Solche lange Ruhepausen dürften auch bei Sarcodenmassen (abgesehen von den Encystirungen) kaum vorkommen. Die künstliche Erregung der Saftrotation durch warmes Wasser spricht zwar nicht gegen die Möglichkeit einer contractilen Substanz, dürfte aber auch nur wenigen Sarcodenarten unter den Verhältnissen, wie wir es bei den Saftströmungen sehen, eigen sein.

Der Mangel von Flimmerhaaren an den hellen Kugeln und den grünen Körnern der Nitellen spricht gegen die in früheren Zeiten hin und wieder aufgestellte Vermuthung, dass die Saftrotation die Folge einer Wimperthätigkeit sei. Hätten die hellen oder die grünen Kugeln einen Haarbesatz, so liess sich erwarten, dass sie sich im Freien, gleich den Schwärmsporen, herumbewegen würden, was nicht der Fall ist. Man erkennt übrigens in Tradescantia, Polemonium, Urtica und selbst in Vallisneria, dass die Bewegung von der gallertigen Grundmasse und nicht von den farblosen Körnchen oder den grünen Körnern ausgeht, und die Zellenwände selbst keine sichtliche Spur von Flimmerhaaren führen.

Beschränkte sich die bisherige Darstellung auf die blosse Zurückweisung früherer Erklärungsannahmen, so dürfte eine

weitere Betrachtung zu manchen positiven Anhaltspunkten führen. Kreist der Saft nicht wegen eines eigenthümlichen Verkürzungsvermögens des Protoplasma und machen die Zellenwände, wie die Beobachtung lehrt, keine wurmförmigen oder andere Bewegungen, die den Saft forttreiben, so lassen sich nur zwei Vorstellungen mit Erfolg versuchen. Man nimmt an, dass die Triebkraft in gewissen anderen Eigenschaften des Saftes, als der Contractilität liegt oder dass sie durch die gemeinschaftliche Wirkung von Saft und Zellenwand bedingt wird.

Wiener *) glaubte in neuerer Zeit aus theoretischen Vorstellungen über die atomistische Zusammensetzung der Flüssigkeiten eine innere Unruhe derselben herleiten und diese als die Ursache der Brown'schen Molekularbewegung ansehen zu können. Es läge ferner nahe, an ähnliche Verhältnisse bei der Saftbewegung zu denken, wie sie bei den Bewegungen von harzigen aus Weingeist niedergeschlagenen Stoffen auftreten **). Diese Erscheinungen können aber nicht auf den Saftlauf angewendet werden, weil dann der ausgeschlossene Saft dieselben Bewegungen darbieten müsste, wie der in der lebenden Zelle eingeschlossene.

Die Saftströmung der Nitellen dauert in der Luft eben so gut, als unter Wasser fort. Der Wechsel dieser zwei Arten von Umgebungen stört also die Erscheinung nicht. Sie erhält sich in einem einzelnen gesonderten Rohre, nachdem man die benachbarten durchschnitten und höchstens die kleinsten mikroskopischen Zellen an dem Grunde unverletzt gelassen. Die Saftbewegung kann also nicht von gegenseitigen Diffusionsströmen einer grossen Zelle zur anderen bedingt werden.

Die Untersuchung der Nitellen unter Oelen kann leicht zu Trugschlüssen führen. Befeuchtete man einen einzelnen oder mehrere zusammenhängende Schläuche mit Oel, so blieb häufig eine Wasserschicht zwischen diesem und dem Rohre. Der Saftlauf stand dessenungeachtet in einer ersten Beobachtungreihe nach Kurzem still. Dasselbe wiederholte sich, und zwar, wie es schien, früher, wenn das Oel den Schlauch unmittelbar umgab. Ich sah den baldigen Stillstand unter gewöhnlichem gelben Brennöl, unter feinem Olivenöl, das durch Ausfrieren farblos geworden, unter Solaröl, Steinöl und gutem Terpentinöl eintreten. Ich hielt daher zwei Deutungen für möglich. Entweder führten alle von mir benutzten Oele zufällige oder beständige Verbindungen, die endosmotisch ein-

---

*) Chr. Wiener, Pogg. Annalen Bd. CXVIII. S. 79—94.

**) E. H. Weber, Pogg. Annalen Bd. XCIV. S. 445.

dringen und schädlich wirken konnten oder der Oelüberzug des Schlauches unterdrückte die Strömung, weil sie von Wechselwirkungen des Saftes mit der umgebenden Luft oder dem umgebenden Wasser durch die Poren der Zellenwand herrührte. Eine zweite Beobachtungsreihe bestätigte eher die erstere Annahme. Ich fand nämlich eine Sorte von Olivenöl, unter der der Saftlauf der Nitellen und der Vallisneria wenigstens einige Zeit ungehindert fortdauerte, wenn sich selbst keine sichtliche Wasserschicht zwischen den Zellen und dem Oele befand.

Die Ursache der Rotation sei welche sie wolle, so ist die Bewegung nur denkbar, wenn positive oder negative Spannungen, Druck- oder Saugkräfte, die das Protoplasma in Unruhe versetzen, aus irgend einem Grunde entwickelt werden. Will man nicht über die wahren Grenzen der Naturforschung, über die scharfe Unterscheidung dessen, was man weiss und was man nicht weiss, hinausgehen, so bleibt nur übrig, sich bei der Annahme ungleicher örtlicher Spannungen, deren Ursache vorläufig dahingestellt sei, zu beruhigen und nachzusehen, wie sich die bis jetzt gemachten Erfahrungen unter diesem Gesichtspunkte deuten lassen.

Wir haben gesehen, dass der Nitellensaft unter einer gewissen, jedoch geringen Spannung in dem lebenden und unverletzten Rohre steht. Denn die Ausflussmenge desselben, welche nach dem Durchschneiden des Rohres auftritt und von der elastischen Rückwirkung der Wände herrührt, ist im Ganzen gering. Der kleine Spannungsgrad scheint auch bei den übrigen in dieser Abhandlung erwähnten Pflanzen wiederzukehren, da ein nicht allzugrosser, die ganze Ausdehnung der Zelle umfassender Druck die Saftbewegung aufzuheben pflegt. Liegt die Ursache der letzteren in Spannungsunterschieden, so handelt es sich dabei um unbedeutende absolute Werthe und untergeordnete örtliche Unterschiede.

Man kann sich die Erscheinungen durch ein Versuchsverfahren versinnlichen, das schon Raspail zur Erläuterung zu benutzen sich bemühte. Denken wir uns, eine lange geschlossene Glasröhre sei mit Wasser gefüllt, in dem eine Menge von Pigmentmolekülen schwebt. Man erwärmt das eine Ende und erkältet das andere. Ist der Temperaturunterschied gross genug, so werden die Moleküle Kreisströme, die von der wämeren nach der kalten und von dieser nach der warmen gehen, anzeigen. Reines Wasser, das überall die gleiche Durchsichtigkeit und denselben Brechungscoëfficienten darböte, könnte diese Ströme nicht unmittelbar sichtbar machen. Aehnliche Spannungsunterschiede und daraus hervorgehende Bewegungen,

wie hier durch die Wärmedifferenz erzeugt werden, können noch möglicher Weise aus mannigfachen anderen Ursachen, durch die verschiedensten physikalischen oder chemischen Anziehungen oder Abstossungen, durch partielle Auflösungen und Ausscheidungen bedingt werden.

Es lässt sich annehmen, dass Saftströmungen in den meisten Pflanzenzellen solcher Spannungsunterschiede wegen vorhanden sind. Wir bemerken aber viele nicht, weil keine Festgebilde in der Flüssigkeit oder keine durch optische Merkmale unterscheidbare Protoplasmamasse neben dieser vorhanden ist.

Die graue Grundsubstanz, die man mit dem letzteren Namen zu bezeichnen pflegt, besitzt wahrscheinlich immer zwei Eigenschaften, die manche Verhältnisse der Saftrotation verständlich machen. Die breiigte Consistenz bedingt es, dass sie durch Spannungen, die aus irgend einem Grunde entstehen, mit geringerer Geschwindigkeit als der flüssigere Zelleninhalt fortgeschoben wird. Wir sehen ihre Bewegung, weil das Protoplasma einen anderen Grad von Durchsichtigkeit und einen anderen Brechungscoëfficienten, als der übrige Zelleninhalt hat. Besitzt es aber eine merkliche Adhäsionsgrösse zur Innenfläche der Zellenwände, so wird es leichter Wandströme, als centrale Ströme erzeugen. Die Form der Bäche und die Geschwindigkeit der Bewegung muss unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Gestalt der Innenfläche und der Grösse der Reibung und der Adhäsion wechseln. Das oft langsame Steigen und das positive und negative Schwanken des örtlichen Spannungsunterschiedes kann begreiflich machen, weshalb nicht selten die Saftbewegung des Protoplasma mit einer Unruhe der in ihm enthaltenen Körperchen beginnt, die eine blosse Brown'sche Molekularbewegung der feinsten Körnchen zu sein scheint, weshalb diese später in längeren Strecken hin und herrücken und endlich eine ausgedehntere, einseitigere und raschere Bewegung zum Vorschein kommt. Selbst die Drehung kugelförmiger Protoplasmamassen um eine beständige oder wechselnde Achse lässt sich als die Resultante örtlicher wechselnder Spannungsunterschiede auffassen. Diese geben noch Rechenschaft, weshalb man keineswegs immer in sich zurücklaufende, sondern einseitige Ströme hat, warum diese oft z. B. in Tradescantia entgegengesetzt gerichtet sind und nicht selten wechselseitig interferiren können. Mit einem Worte, alle die verschiedenen Erscheinungen der Saftbewegung, welche die mikroskopische Untersuchung unmittelbar vorführt, werden durch die Annahme verständlich, dass örtliche positive oder negative

Spannnngsunterschiede Druck- oder Zugkräfte erzeugen, die das Protoplasma und die Zellenflüssigkeit überhaupt fortbewegen. Es wird erklärbar, weshalb der in einer natürlich oder künstlich abgeschlossenen Zelle unter einer gewissen Spannung enthaltene Saft kreist, dagegen frei gelassen und entspannt alle seine scheinbar selbstständige Unruhe einbüsst.

Die Saftrotation hört daher nicht auf, wenn man das Rohr der Nitelle ein oder mehrere Male unterbunden hat oder mit einem Deckgläschen an dem einen Ende zusammendrückt, sie macht dagegen einem einseitigen Strome nach der Ausflussöffnung Platz, so wie man das Nitellenrohr oder die Vallisneriazelle quer durchschnitten hat. Man kann es begreifen, weshalb das Zusammenkleben der Wände des Schlauches der Nitelle nach der doppelten Unterbindung oder die Verstopfung des an der Spitze abgebrochenen Nesselhaares durch geronnenes Protoplasma hinreicht, die Saftrotation möglich zu machen. Es bedarf eben nur eines geschlossenen Raumes, um den geringen Grad absoluter Spannung herzustellen und die örtlichen Spannungsunterschiede als bewegende Momente für die Saftrotation wirken zu lassen.

Die Untersuchung der Nesselhaare und anderer der oben erwähnten Haargebilde könnte leicht zu der Vermuthung führen, dass das Protoplasma in einem Raume enthalten sei, der sich zwischen der äusseren Zellenwand und einer inneren Membran befindet. Die Durchschneidung der Zellen und der passende Gebrauch des Compressoriums führen aber zu der Ueberzeugung, dass eine solche zweite Haut nicht vorhanden ist. Hält sich dessenungeachtet das Protoplasma vieler Pflanzen zu einem grossen Theile an der Innenfläche der Zellenwand, so lässt sich dieses, wie erwähnt, aus der Adhäsion des zähen Breies an dieser erklären. Vermindert die Wärme die Reibungs- und Adhäsionswiderstände, welche sich dem Dahingleiten des Protoplasma entgegenstellen, wie sich dieses nach physikalischen Erfahrungen mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit voraussetzen lässt, so wird auch die Saftrotation schneller werden. Die beschleunigende Wirkung passender elektrischer Ströme lässt sich unter einem ähnlichen Gesichtspunkte auffassen.

Die mikroskopische Untersuchung führt schon zu der Ueberzeugung, dass das Protoplasma und die mit ihnen bewegten Elemente, die Körnchen, die farblosen und die grünen Kugeln, nicht überall gleich sind. Die mikrochemische Prüfung wird wahrscheinlich weitere Unterschiede enthüllen. Ein grösserer oder geringerer Grad von Gerinnbarkeit scheint aber den

meisten, wo nicht allen Protoplasmaarten zuzukommen. Die oben erwähnte primitivschlauchähnliche Veränderung nach dem Tode lässt sich als die Folge eines Gerinnungsprocesses ansehen. Dieser kann auch auftreten, wenn starke elektrische Schläge oder chemische Agentien den Saftstrom zur Ruhe bringen. Wie es eine niedere Stufe der Eiweissgerinnung gibt, bei der noch eine Rückführung zu dem Zustande des flüssigen Eiweisses möglich bleibt, so lässt sich das Gleiche für das Protoplasma annehmen, wenn der Saftstrom, der durch starke elektrische Schläge zum Stillstand gebracht wurde, in der Folge abermals wiederkehrt.

Die Frage, welche Kräfte die der Saftbewegung hypothetisch zum Grunde gelegten örtlichen Spannungsverschiedenheiten bewirkten, lässt sich für jetzt nicht einmal vermuthungsweise beantworten. Es wäre eben das Einfachste, sie aus Contractilitätserscheinungen der Protoplasmamasse herzuleiten. Wir haben aber schon oben gesehen, dass eine solche Vorstellung keine unzweifelhaften Gründe für und mehrere Punkte gegen sich hat. Man kann vorzugsweise nicht einsehen, weshalb das angeblich contractile Protoplasma diese seine sarcodenähnliche Eigenschaft plötzlich verlieren soll, wenn es aus der Zelle herausströmt oder in einen seiner grünen Innenschicht künstlich beraubten Bezirk der Nitella gelangt. Die eigenthümliche Erscheinung, dass der Saftlauf der Vallisneria in dem frischen Schnitte still zu stehen pflegt, dass man die Ruhe durch einen vorübergehenden örtlichen Druck in den Charen oder den Nitellen erzeugen kann, bleibt bei der Contractilitätshypothese räthselhaft. Sie erklärt sich nach der Spannungstheorie, weil ein starker äusserer Druck die Spannungsverhältnisse in der ganzen Zelle ändert und der frühere Zustand erst nach einiger Zeit wiederkehrt. Der Umstand endlich, dass der Saftlauf der in Wasser aufbewahrten Vallisneriaschnitte für eine Reihe von Tagen in einzelnen Zellen schwindet und in anderen auftritt, dass dieselben Zellen, die früher Ruhe darboten, später Bewegung zeigen und umgekehrt, lässt sich leichter nach der Spannungs- als nach der Contractilitätshypothese begreifen.

Während die Protoplasmaströme z. B. des Nesselhaares zunächst den Eindruck eines fliessenden Breies machen, dessen Formen nach Massgabe der Bahnen und der Widerstände wechseln, geben die Oscillatorien wesentlich andere Bilder. Die Fadenbewegung der blaugrünen z. B., die wahrscheinlich zu Oscillatoria limosa Ag. gehören, erinnern an die Krümmungs- und die Wurmbewegungen eines fadenförmigen thierischen Theiles, z. B. eines Polypen. Die abwechselnde scheinbare

oder wirkliche Verkürzung oder Verlängerung des Fadens führt oft unter stärkeren Vergrösserungen zu dem Trugbilde einer Bewegung der körnigen Inhaltsmasse. Man überzeugt sich aber bei genauerer Prüfung, dass hier keine Saftströmung vorhanden ist. Die die Fadenbewegung bedingende Masse scheint vorzugsweise der Rinde anzugehören. Die Unruhe der Oscillatorien kann bisweilen durch schwache Inductionsströme etwas vergrössert werden. Starke Ströme, die den Saftlauf der Nesselhaare zum Stillstand brachten, wurden von den oben erwähnten Oscillatorien ohne Nachtheil ertragen *).

---

*) Ich benutze diese Gelegenheit, um zwei Verbesserungen meines eben erschienenen Schriftchens: Die Zuckungsgesetze des lebenden Nerven und Muskels. Leipzig. 1863. 8. anzuzeigen. S. 60 Z. 8 von oben gibt die Berechnung drei und nicht dreissig, S. 137 Z. 8 v. u. sind die doppelt gesetzten Worte: „Die“ bis „Zuckungsgesetze“ zu streichen.

Eine Missbildung des Daumens.

Von

Dr. **G. Fischer** in Hannover.

(Hierzu Taf. II, B.)

Bei einem 17jährigen Apothekerlehrlinge findet sich folgende Missbildung des rechten Daumens:

Auf dem Capitulum des normalen Metacarpus articuliren zwei Grundphalangen, welche in einem Winkel von c. 140^0 von der Längsachse des Metacarpus divergiren. Auf ihren Enden articuliren zwei mit einander convergirende Endphalangen, in einem Winkel von c. 110^0 zur Grundphalanx. Es besteht somit ein Parallelismus jeder Grundphalanx der einen mit der Endphalanx der andern Seite. Die vier Phalangenknochen lassen sich wohl entwickelt durchfühlen, die Nägel der Endphalangen sind normal. Zwischen den Phalangen ist eine Schwimmhaut ausgebreitet, welche bis zur Mitte der Endphalangen reicht, mit einer seichten Vertiefung auf dem Dorsum. Vor derselben beginnt ein Spalt, der die Spitzen der Endphalangen trennt, daselbst 3 Mm. breit ist. Die einzelnen Phalangen haben mit denen des linken Daumens fast gleiche Länge; dennoch ist der rechte Daumen durch die Winkelstellung um 1,8 Cent. kürzer als der linke.

Als active Bewegungen sind zu nennen: normale Beugung und Streckung zwischen Metacarpus und Grundphalanx, sodann eine Zangenbewegung der beiden Endphalangen gegen einander, so dass ihre Spitzen sich berühren, ohne sich dabei gegen die Hohlhand zu neigen, der Spalt dahinter fast ganz geschlossen wird. Dabei sinkt die Vertiefung in der Schwimm-

haut mehr ein und es beugen sich meistens die Grundphalangen etwas mit. Die Zangenbewegung ist möglich bei isolirter Streckung, Beugung, Ab- und Adduction des Daumens, wird indessen, obwohl mit ziemlich starker Kraft ausführbar, bei der Arbeit nie benutzt. Die Phalangen derselben Gattung bewegen sich stets gleichzeitig mit einander.

Von Interesse ist die Mechanik der Zangenbewegung zu erforschen. Es ist anzunehmen, dass in diesem Falle von Vermehrung der Knochen auch eine entsprechende Vermehrung der Sehnen u. s. w. nach Analogie bekannter Fälle vorliegt, die Sehnen der Beuger und Strecker des Daumens sich wahrscheinlich am Capitulum des Metacarpus theilen und jede einzelne Phalanx wie in der Norm versorgen. Obwohl weder durch Gesicht, durch Gefühl, noch durch elektrischen Reiz der Muskeln der die Zangenbewegung vermittelnde Muskel zu erkennen ist, so kann, da die Versuche mit dem Inductionsstrom einen besondern Muskelapparat in der Schwimmhaut ausschliessen, dasselbe dennoch kein anderer als der M. flexor pollicis longus sein. Dafür spricht: 1) dass die Zangenbewegung eine Beugung der Endph. zur Grundph. ist, als solche nur durch jenen Muskel zu vermitteln. Die Beugung kann nicht gegen die Vola der Hand gerichtet sein, weil die Endphalangen nicht in der normalen Ebene, sondern mit ihrer Längsachse um 90^0 von derselben verdreht liegen, so dass die Ansatzpunkte für die Sehnen des Fl. poll. long. ziemlich gerade gegen einander über liegen. 2) Bei starker Beugung der ganzen Hand nebst starker Adduction des Daumens ist in der Norm eine Beugung der Endphalanx fast Null, während sie bei der Abduction ganz ergiebig ist — im ersten Falle ist die Zangenbewegung unmöglich, im zweiten gut ausführbar. 3) Bei rasch hinter einander folgendem Beugen der Endphalanx des Daumens in der Norm beugt sich stets die Grundphalanx etwas mit; desgleichen bei der Zangenbewegung. Möglich sind beide Beugungen auch bei gestreckter Grundphalanx. 4) Die Zangenbewegung kann nach mathematischen Gesetzen durch die Lage der Sehnen des Flex. poll. long. erklärt werden.

Unter den passiven Bewegungen sind möglich: eine geringe Neigung der einzelnen Endphalangen nach der Hohlhand zu; ein Auseinanderdrängen der Endphalangen bis auf 1,4 Cent. Dass diese der Zangenbewegung antagonistische Bewegung durch die Streckmuskeln activ nicht hervorzubringen ist, wird möglicherweise durch die zu grossen passiven Widerstände veranlasst. Die Grundphalangen sind nicht einzeln zu bewegen.

Diese Form der Missbildung, bei welcher es unmöglich ist, das eine von beiden Gliedern das überzählige zu nennen, weil beide unter gleichen indess abnormen Winkeln eingelenkt gleiches Recht haben, ist in dem ausführlichen Werke von Förster (die Missbildungen des Menschen, 1861) nicht besonders erwähnt, mithin wohl ziemlich selten. In dem analogen Falle des kleinen Fingers von Förster (Seite 43, Fig. 29) besteht ein überzähliges Glied neben dem normalen; bei ersterem liegen die Phalangen hinter einander in derselben Richtung; der Metacarpus hat doppelte Gelenkflächen und Spuren von Verdoppelung. Hier wo weder activ noch passiv die einzelne Grundphalanx für sich bewegt werden kann, sitzen vielleicht beide auf einer gemeinschaftlichen Basis, die auf einer Gelenkfläche des Metacarpus articulirt, so dass die Theilung der Knochen erst jenseits der Basis beginnt. Spuren einer Verdoppelung am Metacarpus sind nicht durchzufühlen.

Nach Hyrtl ist die Vermehrung der Phalangen bisher nur am Nagelgliede des Daumens beobachtet (Topograph. Anat. Seite 352).

Erblichkeit der Missbildung besteht in diesem Falle nicht.

Eine Operation wird bei der guten Gebrauchsfähigkeit nicht gewünscht.

Ueber die Endigung der Muskelnerven.

Dritter Artikel*).

Von

W. Krause.

(Hierzu Taf. III.)

> Viele streiten dagegen und mit derjenigen Heftigkeit, welche sich immer einfindet, wenn etwas geglaubt werden soll, was man — Anderen nicht beweisen kann.
>
> Bessel, Astron. Vorlesungen.

Bekanntlich verlieren die motorischen Nervenfasern eines Säugethieres nach einigen Tagen ihre Erregbarkeit, wenn der zugehörige Nervenstamm weiter nach den Centralorganen hin durchschnitten oder resecirt wurde, während die betreffenden Muskeln durch unmittelbare Einwirkung der Erreger noch nach Wochen oder Monaten zur Contraction gebracht werden können. Aus dieser Thatsache würde der Schluss zu ziehen gewesen sein, die Muskelfaser müsse ohne Vermittlung von Nervenfasern erregbar sein, wenn der Einwand nicht hätte stattfinden können, dass die letzteren wohl in ihrem Verlaufe durch die Nervenstämme, nicht aber in ihren innerhalb des Muskels selbst gelegenen Verästelungen die Erregbarkeit eingebüsst haben möchten.

Durchschneidet man **) beim Kaninchen z. B. den N. medianus oder cruralis mit Wegnahme eines Centimeter - langen

---

*) Diese Zeitschr. Bd. XV. S. 189, Bd. XVIII. S. 136, Bd. XX. S. 1.

**) W. Krause, Göttinger Nachrichten 1863. Nr. 18.

Stückes des Nerven selbst, so beginnt die fettige Entartung an den isolirt verlaufenden, doppeltcontourirten Nervenfasern in den zugehörigen Muskeln und schreitet von da aus nach den Stämmen hin weiter. Nach drei Tagen findet man die Axencylinder innerhalb des Neurilems deutlich erkennbar, wenn frische Muskeln ohne Zusatz oder mit verdünnter Essigsäure untersucht werden. Sie sind von dem Neurilem durch reihenweise angeordnete Fettkörnchen von kleinerem oder grösseren Durchmesser getrennt. Die Nervenfasern in den innerhalb des Muskels gelegenen Stämmchen sind weniger verändert und in den Fasern der grossen Stämme selbst ist nur Gerinnung des Nervenmarks, doch keine anderweitige Degeneration nachzuweisen. Nach 14 Tagen sind von den Fettkörnchen in den isolirt verlaufenden Primitivfasern kaum einzelne noch zu erkennen, die Fasern der kleinen Stämmchen bieten das Bild dar, welches sich früher an den isolirten Fibrillen zeigte und die Nervenfasern der grossen Stämme verhalten sich so wie anfangs die der kleinen Stämmchen, indem grössere, spindelförmige Anhäufungen von Fettkörnchen sich an Stelle des Nervenmarks finden. Nach drei Wochen sind die Fettkörnchen in den isolirt verlaufenden Fasern ganz verschwunden, an den anderen genannten Stellen haben sie sich noch mehr vermindert: die Axencylinder dagegen sind überall gut erhalten.

Am vierten Tage nach der Durchschneidung des N. medianus sind die motorischen Endplatten im M. flexor carpi radialis des Kaninchens unverändert erhalten. An Stelle der blassen Terminalfasern, die im Innern der feinkörnigen Substanz der Endplatte gelegen sind, treten jedoch reihenweise angeordnet, sehr kleine Fettkörnchen. Obgleich dieselben bei etwa 300maliger Vergrösserung bereits deutlich zu erkennen sind (Fig. 1 u. 2), so ist dieses doch einer von den Fällen, wo die Anwendung der klaren 600maligen Vergrösserung eines Immersionssystems von wirklichem Nutzen begleitet ist. Die Axencylinder der doppeltcontourirten Nervenfasern lassen sich bis zu den Endplatten selbst verfolgen; in der feinkörnigen Substanz sind sie nicht zu erkennen. Am 5—6ten Tage nach der Nervendurchschneidung sind die reihenweise angeordneten Fettkörnchen, d. h. die Reste der blassen Terminalfasern der Endplatte selbst nicht mehr nachzuweisen. Die Kerne der Bindegewebsmembran, die feinkörnige Substanz der Endplatte, die Zähnelung des Sarcolems, welche man auf reinen Profilansichten der Endplatten an der Stelle bemerkt, wo die letzteren dem Sarcolem aufgelagert sind, und die viel feiner

erscheint, als die Distanz der Scheiben von doppelt-lichtbrechender Substanz der Muskelfaser, sind am vierten Tage ganz unverändert. Auch nach 2—3 Wochen ist keinerlei Veränderung an den motorischen Endplatten selbst wahrzunehmen.

Aus dem Mitgetheilten folgt, dass die Integrität des Axencylinders bis zu seinem Eintritt in die Endplatte nicht genügt, um die Leitung vom erregten Nervenstamme aus auf die Muskelfasern fortzupflanzen. Man könnte annehmen, dass die aufgehobene Isolirung desselben durch das Nervenmark der Grund für die von vielen Forschern auf experimentellem Wege constatirte Thatsache sei, dass einige Zeit nach der Nervendurchschneidung die Muskeln nicht mehr von den Nervenstämmen aus in Contraction gebracht zu werden vermögen. Eine andere Auffassung betrachtet jedoch den Axencylinder überhaupt als eine Leichenerscheinung, als ein Gerinnungsproduct, das seine regelmässige Form dem Umstande verdankt, dass der eiweissartige Körper, welcher in der erregbaren Nervenfaser mit dem Fett des Nervenmarkes in einer flüssigen Verbindung sich befindet, sich in der Axe eines cylindrischen Raumes ausscheidet, sobald die Erregbarkeit aufhört. Die Erscheinung würde ganz analog der Blutgerinnung in einem cylindrischen Gefässe sein. Es ist richtig, dass der Axencylinder in den peripherischen Nervenfasern und in denen der Centralorgane sehr leicht und durch die verschiedensten Hülfsmittel zur Anschauung gebracht werden kann. Es folgt aber daraus nicht das Geringste für die Präexistenz desselben, da die vom lebenden Thier genommenen Nervenfasern während der Anfertigung eines mikroskopischen Präparates ihre Erregbarkeit einbüssen müssen. Ausserdem aber steht fest, dass an vielen Orten, wo Manche nackte Axencylinder angenommen hatten, die letzteren jedenfalls noch von einer dünnen Lage Nervenmark umhüllt würden, im Fall sie präexistirten. Dieses gilt, wie meine experimentellen Untersuchungen (s. unten) ergeben haben, von den blassen Terminalfasern der Vater'schen Körperchen des Affen und der Taube, sowie von den Querstreifen der Tastkörperchen beim Affen. Ferner von den Remak'schen Fasern der Dünndarmplexus, sowie der sympathischen Plexus überhaupt. Da dieselben sich chemisch *) anders verhalten wie die künstlich dargestellten eiweissartigen Axencylinder der doppeltcontourirten Nervenfasern, so folgt

---

*) Siehe W. Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 12.

schon hieraus, dass die von Max Schultze*) versuchte und bei Waldeyer**) nachzusehende Eintheilung der Nervenfasern, was den Sympathicus betrifft, als unrichtig bezeichnet werden muss, sowie dieselbe auch in anderen Punkten erheblichen Einwendungen ausgesetzt ist. Die Terminalfasern der Vater'schen Körperchen anlangend, so bieten sie den Anschein von nackten Axencylindern nur, wenn sie auf ihrer breiteren Fläche, nicht aber wenn sie von ihrer schmaleren Kante her betrachtet werden, da sie bekanntlich abgeplattet sind. Endlich lässt sich an den Theilungsstellen doppeltcontourirter Nervenfasern, wenn man durchsichtige Conjunctiva- und Muskelstückchen möglichst vorsichtig noch warm und ohne Zusatz untersucht, nachweisen, dass die Verbindung der Nervenfaser mit ihren Aesten durchaus nicht von dem Axencylinder allein, wie es unter ungünstigen Verhältnissen regelmässig den Anschein hat, vermittelt wird. Anstatt der tiefen Einschnürungen sieht man vielmehr die Nervenfaser einfach etwas dünner werden, das Nervenmark und Neurilem aber continuirlich auf die Aeste der Stammfaser sich fortsetzen. Aus den obigen Mittheilungen geht hervor, dass auch die blassen Terminalfasern der motorischen Endplatten keineswegs als nackte Axencylinder aufzufassen sind. Denn der Axencylinder der doppeltcontourirten Fasern besteht ausschliesslich aus eiweissartiger Substanz und wird durch verdünnte Natronlauge unkennbar blass, während jene Terminalfasern gerade wie die der terminalen Körperchen etwas Fett enthalten, was schon aus ihrem optischen Verhalten im Normalzustande sich ergibt und womit die beschriebenen Veränderungen durch fettige Degeneration sehr gut harmoniren. Ob die Terminalfasern der Endplatten noch von Neurilem bekleidet sind, ist bislang nicht zu entscheiden und a priori nicht wahrscheinlich, insofern das Neurilem der doppeltcontourirten Fasern mit der Bindegewebsmembran der Endplatten verschmilzt. Im Allgemeinen möchte in physiologischer Hinsicht die Annahme, die Nervenfaser sei in der That ein aus Neurilem gebildetes, mit öliger Flüssigkeit gefülltes Rohr, den Vorzug verdienen gegenüber der Ansicht, dass die Erregung durch einen festen Strang eines eiweissartigen Körpers, des sog. Axencylinders, geleitet werde.

Da wenig Aussicht vorhanden zu sein scheint, Muskelstückchen ohne motorische Endplatten aufzufinden, die länger

---

*) De retinae structura penitiori. Bonnae 1854. S. 22.

**) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XX. S. 209.

als 1—2 Centimeter wären, so empfiehlt es sich jetzt um so mehr, die Eigenschaften der Muskelfasern selbst an Muskeln zu studiren, deren Nerven in ihren letzten Verzweigungen seit einigen Tagen leistungsunfähig geworden sind. Beim Kaninchen ist gegen den achten Tag nach der Nerven-Resection mit Sicherheit auf das Eintreten dieses Zustandes zu rechnen.

Aus den angeführten Versuchen ergibt sich nebenbei, dass die feinkörnige Substanz der Endplatten keine Ausbreitung des Axencylinders sein kann. Denn dann wäre nicht abzusehen, woher die reihenweise angeordneten Fetttröpfchen stammen sollten, die einige Tage nach der Nervendurchschneidung auftreten, um später spurlos zu verschwinden. Ebensowenig können, wie schon gesagt, nackte Axencylinder in die feinkörnige Substanz eingebettet sein. Die Untersuchung führt also auf demselben Wege zu ganz ähnlichen Resultaten, wie sie früher bereits an dem Innenkolben der terminalen Körperchen erhalten worden waren. Von den Innenkolben der Vater'schen Körperchen der Säuger und Vögel hatte Leydig*) bekanntlich vermuthet, es sei derselbe die verbreiterte Nervenfaser selbst, und die Terminalfaser sei ein feiner Kanal, da Leydig die Präexistenz des Axencylinders läugnete. Andere stimmten ihm damals für die Vögel bei und betrachteten die Terminalfaser als nackten Axencylinder. Dagegen hatte sich auf dem Wege des Experimentes darthun lassen, dass die betreffenden Terminalfasern in physiologischer Hinsicht sich

*) Neuerdings ist Engelmann (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIII. S. 475) wiederum der Leydig'schen Ansicht beigetreten. Wenn daselbst behauptet wird, die Innenkolben aus den Vater'schen Körperchen der Säuger liessen sich nicht isoliren, so lehrt ein Blick auf meine Abbildungen, dass dieses nicht zu den Unmöglichkeiten gehört, falls man genug destillirtes Wasser zugesetzt hat, um die Kapseln sich ausdehnen zu machen. Die von Engelmann ziemlich naturgetreu (a. a. O. Taf. XXXI. Fig. 2.) abgebildeten „Ringe und schleifenartigen Gebilde" sind nicht geronnenes Nervenmark, sondern gar nichts weiter, als die gegen Natronlauge resistenten, elastischen Fasern der Querfaserschicht, welche an ihren Umbeugungsstellen dunkel erscheinen. Nur die helle Axe in dem sogenannten geronnenen Nervenmark der Figur entspricht dem Innenkolben, der nicht so breit ist, wie Engelmann das erstere zeichnet. Namentlich Körperchen mit schmalen Innenkolben, mögen letztere nun überhaupt sehr dünn sein, oder abgeplattet, wie Keferstein will, liefern ein dem gezeichneten ähnliches Bild. Die wirklichen Contouren des Innenkolbens sind auch nach Natronzusatz zu erkennen, wenn man den Focus etwas tiefer einstellt, als es in jener Figur der Fall gewesen ist. Sie erscheinen dann fast genau parallel und die Substanz des Innenkolbens sehr blass, mit einzelnen feinen Fettkörnchen durchsetzt, wie alles Bindegewebe nach Behandlung mit Natron. Durch Zusammenwerfung dieser Fettkörnchen mit den elastischen Querfasern ist also der fragliche Irrthum entstanden.

genau ebenso verhalten, wie die doppeltcontourirten Primitivfasern des Stieles und der Nervenstämmchen. Beim Affen *) stellte sich heraus, dass nach Durchschneidung verschiedener Armnerven die Terminalfasern der Vater'schen Körperchen und auch der Tastkörperchen **) an den Fingern in derselben Zeit und in demselben Grade der fettigen Degeneration anheimfallen, wie die doppeltcontourirten Nervenfasern der Fingernerven selbst. Dasselbe liess sich für die Terminalfasern der Vater'schen Körperchen am Unterschenkel der Taube nachweisen. Es ging aus den angeführten Experimenten hervor, dass die Terminalfasern in der That die Enden der ganzen Nervenfasern darstellen; mögen sie auch feiner sein und weniger Fett enthalten, so bestehen sie doch jedenfalls aus eiweissartiger Substanz und Nervenmark. An den Innenkolben liess sich unter denselben Umständen nirgends eine optisch wahrnehmbare Veränderung auffinden. Wollte man annehmen, dass gleichwohl eine chemische, aus dem Verhalten gegen die gewöhnlichen, mikroskopischen Reagentien nicht zu erschliessende Veränderung eingetreten wäre, so würde dieser Hypothese entgegenstehen, dass auch bei längerer Versuchsdauer sich keine Atrophie der Innenkolben herausgebildet hatte, die man doch in erster Linie erwarten müsste. Die Schlussfolgerung, dass die Terminalfasern in der That auch Nervenmark enthalten, wurde noch bestärkt durch die Beobachtung von feinen doppelten Contouren derselben bei den Vater'schen Körperchen der Säuger (Kölliker, Keferstein, W. Krause). Ferner durch den Umstand, dass die ersteren während ihres Verlaufs durch den Innenkolben wieder breite doppelte Contouren annehmen können, so dass sie dann ganz das Verhalten

---

*) W. Krause, Die terminalen Körperchen. Hannover 1860. S. 26. 41. 95. Taf. I. Fig. 8. 9. Taf. II. Fig. 15.

**) Aus den im Texte angeführten Gründen folgt mit gleicher Evidenz, wie aus früheren pathologisch-anatomischen Beobachtungen am Menschen, dass die Querstreifung der Tastkörperchen, abgesehen von einigen Kernen der Bindegewebshülle, in der That durch querverlaufende, blasse Nervenästchen, den von mir sogenannten Terminalfasern bedingt wird. Analog den Terminalfasern in den Vater'schen Körperchen verschwanden die Querstreifen der Tastkörperchen sogar gänzlich, wenn einige Wochen nach der Nerven-Resection verstrichen waren, und diese Thatsache ist so schlagend, dass sie vielleicht mit Veranlassung gegeben hat zu Kölliker's Rücktritt von seiner früheren Meinung, zu seiner jetzigen Bestätigung (Gewebelehre, 4te Aufl. S. 120) der Angabe, dass die Nervenfasern im Inneren der Tastkörperchen mit kurzen Endästen allerdings frei aufhören. Die erwähnten Experimente dürften vermuthlich Denjenigen entgangen sein, welche an der Ansicht festhielten, die Nervenendigung in den Tastkörperchen sei in ihren feineren Verhältnissen immer noch nicht genügend aufgeklärt.

einer gewöhnlichen Nervenfaser darbieten (Henle — Kölliker). Endlich durch die Beobachtungen von Fortfliessen des glänzenden Inhalts der Terminalfaser bei Natronzusatz im Innenkolben von Vater'schen Körperchen der Vögel, woraus die Beschaffenheit derselben, als einer feinen Röhre, zu erschliessen ist (Leydig, W. Krause).

Wenn nach dem Vorstehenden die Substanz des Innenkolbens der Vater'schen Körperchen, der Tastkörperchen und Endkolben, sowie die feinkörnige Masse der motorischen Endplatten auch sicher weder dem Nervenmarke, noch dem sog. Axencylinder gleichwerthig ist, so kann man doch zweifelhaft sein, ob sie dem Bindegewebe zuzurechnen sei. Die ganz analoge feinkörnige Substanz in der grauen Masse des Gehirns und Rückenmarks wird jetzt meistens als Bindegewebe aufgefasst. Ausserdem ist es sicher, dass der Innenkolben der Vater'schen Körperchen bei den Säugern feine Fasern und Kerne enthält (Kölliker, Keferstein, W. Krause), ungeachtet Engelmann nicht im Stande war, die letzteren zu sehen (!). Es spricht auch die Entwicklungsgeschichte*) der Vater'schen Körperchen beim Menschen und der Taube für die Bindegewebsnatur des Innenkolbens. An den übrigen angeführten Orten ist es dagegen bisher nicht gelungen, etwas von einer feineren Structur zu entdecken, und optisch verhält sich im frischen Zustande die feingranulirte Masse so eigenthümlich, wovon die sämmtlichen bisherigen Abbildungen nur ein schwaches Bild zu geben vermögen, dass man der Annahme geneigt wird, es handle sich hier wenigstens um eine ganz besondere Modification des Bindegewebes, um eine Substanz, welche ausser der mechanischen Function die zarten Terminalfasern zu tragen und zu unterstützen noch zu anderweitigen Leistungen**) geschickt sei. Im Allgemeinen lässt sich nur angeben, dass gerade diese Masse, mag sie nun überall dieselbe sein oder nicht, wesentlich in Betracht kommt für die Erregung sowohl der sensiblen Nerven durch äussere Eindrücke, als der Muskelfasern seitens ihrer motorischen Nervenfibrillen.

Meinen früheren Mittheilungen über die motorischen Endplatten habe ich noch nachzutragen, dass sich bei Pro-

*) W. Krause, Die terminalen Körperchen, S. 25 u. 40.

**) Daselbst S. 179.

crustes coriaceus *) besonders schöne Endplatten finden. Sie erinnern am meisten an die der beschuppten Reptilien.

Von der Thatsache, dass die Endplatten bei Säugethieren ebenso wie bei Amphibien und Vögeln ausserhalb des Sarcolems gelegen sind, überzeugt man sich ganz leicht, wenn man vom Mittelstück des frischen M. contractor bulbi der Katze eine Anzahl feiner Querschnitte mit der Scheere anfertigt und ohne Zusatz oder mit Essigsäure untersucht.

Ueber meine Angaben in Betreff der motorischen Endplatten bei Säugern sind in einigen Punkten abweichende Ansichten neuerdings geäussert.

Kühne hatte früher behauptet, dass die motorischen Nervenfasern beim Frosch in sog. Nervenendknospen ausliefen. Dieselben wurden dann von Kölliker, mir, Schiff, Rouget und Frey als Kerne des Neurilems erkannt. Nun ist kürzlich durch mich und Waldeyer bekannt geworden, dass sich hier ebenfalls Endplatten finden. Schon vorher hatte Kühne sich genöthigt gesehen, meine Angaben zu bestätigen, dass wenigstens in den Muskeln von Säugern die Nervenfasern mit motorischen Endplatten aufhören. Gleichwohl hielt er für niedere Thiere (Frösche und Insecten) anscheinend ganz an seinen früheren Ansichten fest. Jedoch hat Kühne den Namen „Nervenendknospen“ neuerdings in „Besatzkörperchen“ umgeändert, womit wohl zugestanden werden soll, dass die denselben früher beigelegte physiologische Bedeutung nichts weniger als bewiesen sei. Die Stiele, mit denen sie den Nervenfasern ansitzen sollen, existiren nicht, und es werden Falten des Neurilems für solche genommen worden sein. Wenn übrigens die Nervenendknospen unter anderem Namen den Rückzug antreten wollen zu dem grossen Heere der übrigen Neurilems-Kerne, so ist nur zu wünschen, dass dieser Rückzug in jeder Weise erleichtert werden und unbelästigt vor sich gehen möge.

Was die Endplatten der Säuger anlangt, so bestreitet man noch, dass die Endplatten ausserhalb des Sarcolems gelegen sind, und läugnet ferner die feine Zähnelung des letzteren an der betreffenden Stelle, wo die Endplatte anliegt, sowie die

*) Göttinger Nachrichten 1863. Nr. 18. — Was die Abhandlung von W. Kühne (Virchow's Archiv Bd. XXVII.) über einen wesentlich verschiedenen Bau der quergestreiften Muskelfaser bei Musca und bei Hydrophilus piceus betrifft, so ist dabei übersehen, dass meine Angaben (Zeitschr. f. rat. Med. 1862. Bd. XV. S. 184) sich zum Beispiel auf die jeden Augenblick zugängliche Stubenfliege bezogen. Die Berücksichtigung dieses „z. B.“ würde Kühne's Deduction entbehrlich gemacht haben.

blassen Terminalfasern im Innern der feinkörnigen Substanz. Bei allen drei Punkten wiederholt sich ein bemerkenswerther Umstand. Meine lange fortgesetzten Beobachtungen hatten über Verhältnisse, die schon etwas schwieriger zu constatiren sind, positive Resultate ergeben, indem bestimmte optische Wahrnehmungen gemacht waren. Die aus den Beobachtungen gezogenen Schlüsse werden nun aus dem einzigen Grunde angezweifelt, weil bei einigen mehr beiläufig angestellten Untersuchungen an einzelnen wenigen Endplatten jene Wahrnehmungen nicht sofort wiederholt und bestätigt werden konnten. Es wäre unnütz weiter zu untersuchen, ob etwa vorgefasste Meinungen dabei mit in's Spiel gekommen sind.

In Betreff des ersten Punktes spricht eine flüchtige Beobachtung anscheinend sehr für den Eintritt der Nervenfibrillen unter das Sarcolem. Der Beweis, dass die motorischen Endplatten ausserhalb des letzteren liegen, ist von mir angetreten worden auf Grund der Beobachtung, dass die feinkörnige Masse der Platte zwischen zwei Membranen gelegen ist. Die innere verhält sich chemisch wie das Sarcolem, die äussere wie Bindegewebe. Folglich hat das Sarcolem keine Ausstülpung an der Stelle, wo die Endplatte aufliegt und dasselbe überlagert. Untersucht man Muskeln, die in verdünnten Säuren erweicht wurden, wobei die Endplatten allerdings sehr leicht zu finden sind, so sieht man bei einigermassen unvorsichtiger Manipulation nichts von der Contour des Sarcolems an den betreffenden Stellen der etwas platt gedrückten Muskelfasern. Dasselbe wird dann von den Kernen der Endplatten überlagert und verdeckt. Macht man die letzteren vermöge einer geringen Uebersättigung mit Natron durchsichtig, so erscheint das Sarcolem zwischen dem contractilen Muskelfaserinhalt und dem Orte der feinkörnigen Substanz der Endplatte. An frisch untersuchten Muskeln kann man bei der Katze die beiden Contouren des Sarcolems und der Bindegewebsmembran der Endplatte ohne allen Zusatz wahrnehmen. Vorausgesetzt, dass die betreffende Endplatte keine beliebige Lagerung gegen die optische Axe des Mikroskops angenommen hat, sondern so liegt, dass die Eintrittsstelle der Nervenfaser und somit die dickste Stelle der Endplatte genau im Profil erscheint und mit dem Profil des Sarcolemmaschlauchs in einer Ebene sich befindet. Wegen sonstiger Begründung des Gesagten ist auf diese Zeitschrift Bd. XVIII. S. 143 zu verweisen.

Nicht an allen frisch und ohne Zusatz untersuchten Endplatten, aber an einzelnen gelingt es unter den geschilderten Umständen eine sehr feine Zähnelung des Sarcolems an der

Stelle, wo die Endplatte aufliegt, wahrzunehmen. Diese Thatsache erhält Interesse durch die Analogie mit den electrischen Endplatten, welche dieselbe Zähnelung der feinkörnigen Substanz in grösserem Massstabe aufweisen.

Die doppeltcontourirten Nervenfasern spitzen sich bei ihrem Eintritt in die Endplatte zu, worüber alle Beobachter einig sind, und theilen sich dann häufig in zwei oder drei blasse Endfasern. Waldeyer (Med. Centralbl. 1863. Nr. 24) sagt hierüber: „Mitunter sieht man bei Ansichten von der Fläche noch eine Zweitheilung, auch Dreitheilung des Axencylinders schon im Bereich der Endplatte.“ Kühne, der dieses Verhältniss jetzt mit Energie bestreitet, hatte gleichwohl dieselben blassen Fasern in seiner Monographie aus den Muskeln des Menschen beschrieben und auf Taf. II. Fig. 11. — freilich nicht sehr anschaulich — sogar abgebildet. Mit keiner Sylbe wird in der neueren Abhandlung jener älteren angeblichen Beobachtung und Abbildung gedacht. Was soll man zu einem solchen Verfahren sagen?

In allen diesen Controversen zeigt sich wiederum, dass in der Lehre von den Nervenendigungen auf die zweckmässige Auswahl des Untersuchungsobjectes doch am meisten ankommt. Massgebend sind einzig und allein Resultate, die an frischen, ohne Zusatz untersuchten Präparaten erhalten worden sind. Es scheint diese selbstverständliche Sache nicht oft genug wiederholt werden zu können.

Die bisherigen Untersuchungen über die Endplatten von anderer Seite her sind zu einer Zeit begonnen worden, als nur meine erste Mittheilung (Gött. Nachrichten 1863. Nr. 2) vorlag, worin die Untersuchungsmethoden nicht im Detail angegeben werden konnten. Wenn dieselben jetzt an geeigneteren Objecten (z. B. am M. retractor bulbi der Katze) wieder aufgenommen und frische Präparate ohne allen Zusatz als Ausgangspunkt gewählt würden, was bisher nicht der Fall gewesen zu sein scheint, so steht zu hoffen, dass dann nicht blos solche ausschliesslich negative Resultate erzielt werden dürften. Die in letzter Zeit mehrfach aufgestellten sogenannten allgemeinen Gesetze und Typen der Nervenendigung in den Muskeln werden sich jetzt einfacher dahin formuliren lassen: dass alle motorischen Nervenfasern mit Endplatten aufhören.

Die Resultate meiner bisherigen Untersuchungen über die Endigung der Muskelnerven können in übersichtlicher Form folgendermassen zusammengestellt werden:

1. Die motorischen Nervenfasern endigen in den quergestreiften Muskeln mit motorischen Endplatten.

2. Beim Menschen, Säugethieren, Vögeln und beschuppten Reptilien bestehen die Endplatten aus einer Bindegewebsmembran mit 8—20 Kernen, einer feinkörnigen Masse und blassen, keulenförmig aufhörenden Nervenfasern. Sie stellen runde platte Scheiben dar, welche dem Sarcolem aufgelagert sind.

3. Die quergestreiften Muskelfasern selbst der längsten Extremitäten-Muskeln der Säuger sind 2—4 Centim. lange, spindelförmige, seltener an den Enden abgerundete oder verästelte Gebilde; grösser als die glatten Muskelfasern sind sie letzteren sonst in der Form vollkommen ähnlich. Eine isolirte quergestreifte Muskelfaser bei 25facher Vergrösserung sieht genau so aus wie eine glatte bei 250facher.

4. Jede quergestreifte Muskelfaser erhält bei den Säugethieren nur eine Endplatte ungefähr in der Mitte ihrer Länge. Der Durchmesser der Endplatte beträgt etwa $1/3$ des Umfangs der Muskelfasern, die sie umgreifen. Die in die Muskeln eintretenden Nervenfibrillen versorgen vermöge häufiger Theilungen mehrere, z. B. 10 Muskelfasern.

5. Bei neugeborenen Säugern sind die Endplatten schon ausgebildet.

6. Nach Nervendurchschneidungen entarten die blassen Terminalfasern im Inneren der Endplatten, während die feinkörnige Substanz und die Kerne unverändert bleiben. Die Degeneration beginnt in den einzeln verlaufenden, doppeltcontourirten Primitivfasern und schreitet von diesen nach den Stämmen hin fort.

7. Bei den Fröschen und Fischen sind die Endplatten kleiner und haben nur wenige Kerne. Die Muskelfasern dieser Thiere erhalten mehr als eine Endplatte, wahrscheinlich 4—6, zu denen blasse, von Neurilem bekleidete Nervenfasern treten.

8. Bei Wirbellosen finden sich ebenfalls motorische Endplatten.

9. Die Enden der Muskeln sind in der Länge von 1—2 Centim. ohne Endplatten. Solche nervenlose Stückchen vom lebenden Thier genommen contrahiren sich auf äussere mechanische oder chemische Einwirkungen. Die Muskelfasern sind also selbstständig irritabel.

10. Die Contraction der Muskelfasern wird seitens der motorischen Nerven wahrscheinlich durch einen elektrischen Entladungsschlag bewirkt. Denn die motorischen Endplatten unterscheiden sich hauptsächlich nur durch ihre Kleinheit von den elektrischen Endplatten, welche die elektrischen Organe der sogenannten Zitterfische zusammensetzen. Die Entladung der motorischen Endplatten bewirkt möglicherweise die sogenannte positive primäre Schwankung des Muskelstroms bei Erregung der Nerven leistungsfähiger Muskeln.

11. Die Muskeln enthalten auch mit den Gefässen verlaufende Nerven, welche meistens blasse, für die Gefässmuskulatur bestimmte und sparsame doppeltcontourirte, wahrscheinlich sensible Fasern führen.

12. Die Muskelfascen der höheren Wirbelthiere haben den Werth einer einzigen Zelle. Der contractile Zelleninhalt besteht aus einer stärker- und einer schwächer-lichtbrechenden Substanz, wodurch die Querstreifung bedingt wird. Beide Substanzen befinden sich im festen Zustande und setzen die Fibrillen der Muskelprimitivbündel zusammen. Die Fibrillen werden durch eine flüssige Zwischensubstanz gesondert, die regelmässig Fetttröpfchen enthält.

Erklärung der Tafel III.

Die Figuren wurden von mir bei 350facher Vergrösserung nach der Natur gezeichnet. Von den quergestreiften Muskelfasern sind nur die Contouren des Sarcolems angegeben.

Fig. 1. Zwei Muskelfasern aus dem M. flexor carpi radialis vom Kaninchen, drei Tage nach der Resection des N. medianus, ganz frisch, ohne Zusatz.

a Neurilem einer fettig entarteten doppeltcontourirten Primitivfaser.

b Axencylinder derselben.

c Uebriggebliebene Fettkörnchen des Nervenmarks.

d Feinkörnige Substanz einer motorischen Endplatte, welche in schräger Flächenansicht erscheint. Der Focus ist auf die nach oben gekehrte Fläche der Platte eingestellt.

e Kern der Bindegewebsmembran der Endplatte.

f Reihenweise angeordnete Fettkörnchen, welche aus fettiger Degeneration einer blassen Terminalfaser hervorgegangen sind.

g Kern des Neurilems der Primitivfaser.

h Sarcolem. Dasselbe ist an der Stelle, wo die Endplatte liegt, nicht sichtbar, weil die Kerne der Bindegewebsmembran dasselbe verdecken, letztere haben starkglänzende Kernkörperchen.

Fig. 2. Drei Muskelfasern ebendaher.

A Ganz frisch, ohne Zusatz.

a Neurilem einer Primitivfaser, deren vier in einem kleinen Nervenstämmchen verlaufen.

bb Fettkörnchen, aus fettiger Degeneration der Primitivfasern hervorgegangen. Die Axencylinder sind in diesem Falle nicht sichtbar.

c Kern des Neurilems.

d Feinkörnige Substanz einer motorischen Endplatte, in welcher eine von dem Nervenstämmchen abbiegende Primitivfaser endigt.

e Kern der Bindegewebsmembran.

f Reihenweise angeordnete Fettkörnchen — Reste einer fettig degenerirten Terminalfaser.

g Sarcolem, welches an der Stelle, wo die Endplatte anliegt, feingezähnelt aussieht. Die Endplatte erscheint in reiner Profilansicht, der Focus ist auf die breiteste Stelle der Platte eingestellt, wobei zugleich die cylindrische Muskelfaser selbst am breitesten erscheint, indem sie von der Focalebene des Mikroskops gerade halbirt wird. Die Zähnelung ist sehr zart und viel feiner als die Distanzen der Querstreifen in der Muskelfaser.

h Sarcolem.

B Dasselbe Präparat unmittelbar nach Einwirkung von etwa 15procentiger Natronlauge. Die Muskelfasern sind etwas auseinander gewichen, daher je zwei Contouren des Sarcolems von benachbarten Fasern bei unveränderter Focusstellung sichtbar. Die Kerne des Neurilems und der Endplatte, die feinkörnige Substanz der letzteren, sowie die Zähnelung des Sarcolems bei *g* sind nicht mehr zu erkennen. Die Fettkörnchen der doppeltcontourirten Primitivfasern sowie die aus der Degeneration einer blassen Terminalfaser hervorgegangenen bei *f* sind dagegen unverändert geblieben.

Ueber die Drüsennerven.

Von

W. Krause.

(Hierzu Tafel IV.)

I. Die Ganglien in den Drüsen.

Es gibt eine Gruppe von Drüsen mit Ausführungsgängen, welche nur dann beträchtlichere Secretmengen liefern, wenn ihre Nerven auf irgend eine Weise erregt werden. Es sind dieses die Speichel- und Thränendrüsen, deren anatomischer Bau in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt. Sie stimmen auch darin überein, dass die Drüsennerven überall zwei verschiedene Quellen haben. Die direct wirkenden Fasern der Speicheldrüsen verlaufen im dritten Ast des Trigeminus, resp. der Chorda tympani und erhalten in verschiedener Weise Beimischungen sympathischer Fasern, welche von Ganglien oder Plexus herstammen. Die der Thränendrüse kommen vom Ganglion ciliare. In den Drüsen selbst zeigen sich Plexus blasser, Remak'scher Fasern, die mit den Arterien eintreten, verlaufen und sich verästeln. Sie führen wie alle Gefässnerven einzelne schmale, doppeltcontourirte Nervenfasern, die wahrscheinlich sensibler Natur sind. Die stärkeren Stämmchen der direct wirkenden Nerven treten im Allgemeinen neben den Ausführungsgängen in die Drüsen ein und umspinnen dieselben in einem weitmaschigen Geflecht. In der Parotis des Pferdes sind sie so stark, dass sie sehr bequem mit dem Messer dargestellt werden können. Diese Stämmchen zeigen beinahe ausschliesslich etwas breitere, doppeltcontourirte Fasern und liegen in einiger Entfernung von der Wand des Ausfüh-

rungsganges im lockeren Bindegewebe. Die Ausführungsgänge bestehen überall aus lockerem Bindegewebe mit zahlreichen, längs- oder querverlaufenden elastischen Elementen. Glatte Muskelfasern kommen an denselben beim Menschen nicht vor, mit Ausnahme einer dünnen Lage am Ductus Whartonianus (Kölliker), was ich mit allen neueren Beobachtern — Kölliker, Frey, Henle — übereinstimmend bezeugen kann. Ausserdem steht es fest, dass die Kräfte, welche die fraglichen Secrete aus den Ausführungsgängen austreiben, dieselben sind, welche sie in die Endbläschen der Drüsen befördern. Wo sich blasse Nerven an den Ausführungsgängen finden, scheinen sie für die arteriellen Gefässe der Umgebung oder am Ductus Whartonianus für die glatten Muskelfasern desselben bestimmt zu sein.

Der folgenden Beschreibung des Verlaufs von doppeltcontourirten Nervenstäwmchen ist besonders die Parotis des Hundes zu Grunde gelegt. Die Verhältnisse sind hier völlig ebenso wie in der Gl. submaxillaris des Igels *). Es finden sich schon in den Nerven an den Ausführungsgängen jenseits der Drüsensubstanz Ganglienzellen eingelagert. In der Drüse selbst theilen sich die Nervenstämmchen vielfach und anastomosiren unter einander. Ueberall zeigen sich Ganglienzellen in sehr grosser Menge und in verschiedener Anordnung. Am Stamm des Ausführungsganges und seinen ersten Verzweigungen sind es grosse, oft mit blossem Auge sichtbare Ganglien. Ein solches hatte 1,5 Mm. Länge auf 0,5 Mm. Dicke. Meistens von spindelförmiger Gestalt, sind sie entweder so gelagert, dass die Nervenfasern überall gleichmässig vertheilt zwischen den Zellen, deren Anzahl mehrere Hunderte übersteigt, hindurchtreten. Oder die Zellenhaufen liegen in concav-convexlinsenförmiger Gestalt seitlich den Nervenstämmchen an. Von diesen grössten kommen alle möglichen Uebergänge zu kleinsten Ganglien von 8—20 Zellen vor. Häufig sind einzelne Zellen in linearer Reihe zwischen die Fasern eingeschoben. Es finden sich auch spindelförmige Ganglien, sowie vielstrahlige von annähernd kugelförmiger Gestalt, in welche 2—3 Nervenstämmchen unter Anastomosenbildung eintreten, während eben so viele wiederum nach der Peripherie der Drüse hin aus dem betreffenden Ganglion austreten. Hierdurch entsteht eine so dichte Anhäufung von Nervenfasern und Ganglienzellen, dass diese Plexus den nervenreichsten Parthieen des Körpers beizuzählen sind. Bei den feineren Verzweigungen

*) W. Krause, Göttinger Nachrichten 1863, Nr. 18.

der Ausführungsgänge zwischen den Läppchen nimmt die Anzahl der einzelnen Ganglienzellen ab, zuletzt finden sich noch einzelne Gruppen von 2—4 Zellen. An diecen lässt sich die Beschaffenheit der einzelnen Zellen am besten studiren. Dieselbe bietet nichts Besonderes dar. Eine äussere kernhaltige Bindegewebsscheide verbindet sie mit dem interstitiellen Bindegewebe der Nervenfibrillen. Die Zellen sind gewöhnlich oval, die grössten 0,04 Mm. lang (0,048 beim Igel), 0,025 breit und ihr Inhalt zeigt öfters gelbe Fetttröpfchen. Die Kerne sind ohne Reagentien als helle Bläschen von durchschnittlich 0,01 Mm. Länge (0,017 beim Igel) und 0,006 Breite deutlich sichtbar. Sie haben grosse, stark lichtbrechende Kernkörperchen (von 0,0045 beim Igel). Auf den ersten Blick erscheinen die Zellen fast alle apolar, zuweilen birnförmig. In den grösseren Ganglien kann man nichts über ihren Zusammenhang mit Nervenfasern nachweisen. An den kleinsten Gruppen aber lässt sich öfters zeigen, dass es sich in der That um bipolare Ganglienzellen handelt, gerade wie es von den Darmganglien schon länger bekannt ist.

Im interstitiellen Bindegewebe der Drüsenläppchen finden sich, obgleich viel sparsamer, beim Menschen ebenfalls Ganglienzellen. Uebrigens wird die Untersuchung hier durch den Reichthum des Bindegewebes an Fettzellen erschwert. Einzelne Gruppen von Ganglienzellen zeigen sich in der Gl. parotis, submaxillaris, sublingualis, lacrymalis. In der Submaxillaris sind die Grössenverhältnisse der einzelnen Ganglienzellen wie beim Hunde. In der Thränendrüse sind sie kleiner, 0,034 Mm. lang, 0,028 breit. In der Parotis wurde die Länge der Ganglienzellen zu 0,023—0,038 erhalten; die Breite betrug 0,015—0,017, die Länge der Kerne 0,006—0,008, die Breite 0,0037, der Durchmesser der Kernkörperchen 0,001.

Bei anderen Säugethieren ist die Anordnung ähnlich wie beim Igel und Hund. Nachgewiesen wurde dieselbe durch meine bisherigen Untersuchungen ausser den oben genannten Orten für die Gl. submaxillaris des Hundes, Pferdes, Schafes, Kalbes, Kaninchens. Es ist indessen mit grösster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass sie bei allen Säugethieren sich analog verhalten wird. Auch an den Ausführungsgängen finden sich Ganglienzellen. Am Ductus Stenonianus habe ich sie beim Hund und beim Kaninchen gesehen; am Ductus Whartonianus beim Igel, Hund, Kaninchen, Pferd, Schaf und Kalb. An den Gefässnerven sind sie nirgends vorhanden. Bemerkenswerth ist noch, dass bei den untersuchten Thieren in den Nervenstämmchen, die im Innern der Drüsen verlaufen, öfters

dichotomische Theilungen doppeltcontourirter Fasern sich finden. Beim Menschen sind sie in der Gl. parotis und lacrymalis nachzuweisen.

Die Literaturnotizen, welche ich habe auffinden können, sind sehr zerstreut. Allgemein ist die Untersuchung der Drüsennerven für sehr schwierig erklärt worden. Theilungen doppeltcontourirter Fasern in der Thränendrüse des Menschen haben R. Wagner*) und Donders**) in der Parotis beschrieben. Remak***) fand kleine Ganglien beim Schaf und beim Kalbe an der Oberfläche des Ductus Whartonianus, die mit einem den Drüsengang umspinnenden Geflechte zarter Nerven in Verbindung stehen und auch Ludwig†) erwähnt Ganglienkugeln an den Nerven der Speicheldrüsen. Henle††) beobachtete sternförmige Zellen an Präparaten aus der Parotis des Menschen, welche in doppeltchromsaurem Kali gehärtet waren. Ueber den Zusammenhang derselben mit Nervenfasern konnte nichts ermittelt werden, und mir sind nirgends multipolare Ganglienzellen aufgestossen. Die Ganglien, welche Remak beim Schafe und Kalbe an Nervenästen auffand, die mit dem Messer dargestellt werden können, sind leicht zu bestätigen. Remak beobachtete dieselben in der Nachbarschaft von Schleimdrüsen an den Zungenästen und den zur Gl. submaxillaris, sowie zum Ductus Whartonianus gehenden Zweigen des N. lingualis.

Zur Untersuchung der Verbreitung der Ganglienzellen präparirt man am besten die Ausführungsgänge mit der Scheere und benutzt verdünnte Essigsäure als Zusatz zu frischen Präparaten. Die Structur der Ganglienzellen selbst ist nach 24stündiger Maceration in Essig am deutlichsten. Die Verästelungen der doppeltcontourirten Nervenfibrillen stellt man mit verdünnter Natronlauge am ganz frischen Präparate dar. Durch den Fettreichthum des interstitiellen Bindegewebes, in welchem die Ganglien-führenden Nervenstämmchen in einiger Entfernung von den Ausführungsgängen und deren Verzweigungen verlaufen, wird die Untersuchung beim Menschen und Pferde sehr erschwert. Man benutzt deshalb Individuen, deren Fettzellen in Folge erschöpfender Krankheiten atrophisch geworden sind.

---

*) Göttinger Nachrichten, 31. März 1853.

**) Physiologie, deutsch von Theile. 1856. Bd. I. S. 179.

***) Joh. Müller's Archiv. 1852. S. 62.

†) Physiologie, 1861. Bd. II. S. 337.

††) Handbuch der Anatomie. Bd. II. 1ste Abth. 1862. S. 46.

Die Nervenendigungen in den Drüsen werden für eine spätere Mittheilung vorbehalten. (S. Gött. Nachrichten 1863. Nr. 18.)

Erklärung der Abbildungen auf Taf. IV.

Sämmtliche Figuren sind bei 350maliger Vergrösserung nach der Natur gezeichnet, mit Ausnahme von Fig. 4, wo 120malige Vergrösserung benutzt wurde.

Fig. 1. Sechs Ganglienzellen nebst kleinen Nervenstämmchen aus dem interstitiellen Bindegewebe nahe dem Rande der Thränendrüse eines erwachsenen Mannes. Frisch mit Essigsäure. Die Kerne und Kernkörperchen, sowie die Fortsätze der Ganglienkugeln sind an vielen Zellen sehr deutlich. Stellenweise zeigen sich Kerne des Neurilems sowie der Kern-haltigen Hüllen der Ganglienzellen. Das Präparat ist Herrn Hofrath Henle vorgelegt worden.

Fig. 2. Dichotomische Theilung einer doppeltcontourirten Nervenfaser aus derselben Thränendrüse nach Natron-Einwirkung. Das sich theilende Nervenstämmchen enthält auch blasse, Remak'sche Fasern.

Fig. 3. Nervenstämmchen in der Gl. submaxillaris des Menschen, nahe dem Centrum der Drüse im interstitiellen Bindegewebe zwischen den Drüsenläppchen verlaufend. Frisch, ohne allen Zusatz. Die beiden Ganglienzellen sind scheinbar unipolar, birnförmig.

Fig. 4. Zwei kleinere Ganglien im interstitiellen Bindegewebe der Gl. submaxillaris des Igels. Nach 24stündigem Einlegen der Drüse in gewöhnlichen Essig. Zu dem vielstrahligen Ganglion treten sechs Nervenstämmchen; das kleinere ist in der That linsenförmig dem Nervenstamme angelagert, wie sich durch Verschieben des Focus herausstellt. Die Anzahl der Ganglienzellen ist also in Wahrheit viel grösser, als sie die bei einer bestimmten Focusstellung angefertigte Zeichnung ergibt.

Notiz über die Zählung der Blutkörperchen.

Von

K. Vierordt.

Herr Prof. Welcker beschuldigt mich, Band 20, S. 280 dieser Zeitschrift — ich erhielt das betreffende Heft erst heute durch Hrn. Prof. Dursy — eines an ihm begangenen Plagiates in der Methode der Blutkörperchenzählung und wiederholt damit, was er mir schon vor 9 Jahren in der Prager Vierteljahrschrift in diesem Betreff entgegenhielt, glücklicherweise die einzigen Vorwürfe der Art, die mir in meiner nun bald 20jährigen literarischen Laufbahn gemacht worden sind. Das Plagiat soll angeblich darin bestehen, dass ich die Anwendung des verdünnten Blutes von Hrn. Welcker gelernt hätte, während die mir eigenthümliche Methode in der Benutzung des reinen Blutes bestand.

Vielleicht kann ich einer nochmaligen Wiederholung dieser Beschuldigung zuvorkommen, wenn ich Hrn. Welcker dieses Mal antworte und einfach an Folgendes erinnere;

1) Die Anwendung des reinen Blutes bei der fraglichen Technik beschrieb ich im ersten Heft 1852 des Archivs für physiologische Heilkunde.

2) Die Anwendung des verdünnten Blutes (ein Schritt weiter, der sich von selbst versteht, sobald einmal die Methode gefunden war) theilte ich am 20. September 1852 der anat. physiologischen Section der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden mit (s. den amtlichen Bericht Seite 176). Genauer schilderte ich die Methode im Ergänzungsheft 1852 des Archivs für phys. Heilkunde, das zu Ende des Jahres 1852 erschien.

3) Der betreffende Aufsatz des Hrn. Welcker erschien

im 2ten Hefte des ersten Bandes des Archivs für gemeinschaftliche Arbeiten. Dieses Heft trägt auf seinem Titelblatt die Notiz „ausgegeben 11. Juli 1853 in Göttingen". Ich muss mich also gegen ein Plagiat verwahren, obschon meine erste mündliche Publication 10 volle Monate früher, die erste schriftliche mindestens ein halbes Jahr früher gemacht wurde, als das von mir angeblich benutzte Original erschien!

Wenn Herr Welcker entrüstet ist, dass ich in meinem Grundriss der Physiologie über seine colorimetrische Methode sage, „geübte Augen sollen hierbei keinem grösseren Irrthum als von 4 Procent unterworfen sein", so möge statt meiner Hr. Heidenhain, der über diesen Gegenstand umfassend experimentirt hat, reden. Derselbe sagt (Disquisitiones criticae et experimentales de sanguinis quantitate. Halis 1857, pag. 14): „In medio eam proportionem esse in una experimentorum serie 100 : 104, in altera serie, quum jam magis exercitatus essem 100:102,5, ut ex ambobus vitiis medium prodeat 3,25 centesimarum. Non multa diversa media proportio minimorum ad maxima invenitur apud Welckerum. Ex comparatione novem casuum (qui sunt descripti in Prager (Vierteljahrschrift) prodit proportio 104." Meine Darstellung hat also die Fehlerquellen zu gering angegeben, denn ich hätte hinzufügen sollen: „keinen grösseren durchschnittlichen Irrthum als von 4 Procenten".

Tübingen, 24. December 1863.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Ueber Cryptorchismus.

Von

Dr. Lorey.

(Hierzu Taf. V — VII.)

In der Göttinger anatomischen Sammlung befindet sich ein Fall von einseitigem Cryptorchismus, der in manchen Beziehungen von den bisher beschriebenen abweicht und gleichsam ein vergrössertes Bild des Stadiums der Entwicklung des Hoden darbietet, welches dem Descensus vorangeht. Das Präparat schien mir über einige, das Gubernaculum Hunteri betreffende Controversen Licht verbreiten zu können und so benutzte ich gern die Erlaubniss des Hrn. Prof. Henle, dasselbe näher zu untersuchen, zu beschreiben und abzubilden.

Bekanntlich war Hunter (On the position of the testicle in the Foetus and its Descent into the Scrotum) der erste, der den Descensus testiculi ausführlicher darstellte; unter dem Namen des Ligament. s. Gubernaculum testis erwähnt er ein Gebilde, welches den Hoden mit dem Scrotum verbindet und seiner Bahn beim Herabsteigen die Richtung vorschreibt. Das Gewebe des Bandes hält er für fibrös, mit contractilen Elementen vermischt und betrachtet den activen Zug desselben als die wesentliche Ursache des Herabsteigens des Hodens.

Girardi und Paletta waren der Ansicht, dass das Gubernaculum zum grössten Theile hohl sei, und dass durch den mittlern Hohlraum desselben ein Strang von der Basis des Hoden zum Os pubis herabsteige, dessen Contraction den Hoden bis zum Bauchring ziehe.

Brugnoni (De testium in foetu posit. Turin. 1788) schreibt den Descensus testiculorum dem Zuge von Muskelfasern zu, die vom M. obliquus int. und transv. abdom. aufwärts gegen den Hoden umbiegen. Aehnliche aufsteigende Muskelfasern beobachtete auch Seiler (Observationes nonnullae de testiculorum ex abdomine in scrotum descensu, Lips. 1817) und meint, dass das Gubernaculum zum grössten Theile ein sehniges Product dieser Muskelfasern sei. Doch kommt, seiner Ansicht nach, beim Herabsteigen des Hoden nicht sowohl der Zug dieser Muskeln, als die Verschiedenheit des Wachsthums der einzelnen Theile im Verhältniss zu andern in Betracht.

Eine neue Ansicht, die allerdings jetzt wieder aufgegeben zu sein scheint, entwickelte E. H. Weber (Ueber den Descensus testiculi bei Menschen und einigen Säugethieren; Müller's Archiv 1847). Danach öffnen sich die Wege dadurch, dass sich an der Stelle, wo der Inguinalkanal entstehen soll, zwischen den Bündeln der Bauchmuskeln ein geschlossener, von der Bauchhaut ganz unabhängiger Sack bildet, den man mit einem Schleimbeutel vergleichen und also zu den serösen Säcken rechnen könne. Diese Blase wachse mit ihrem oberen Theil in die Bauchhöhle hinein, dränge daselbst die Lamellen, in welchen der Hoden, wie in einem Beutel aufgehangen sei, auseinander, und trage Muskelfasern, welche vom Obliquus internus ausgehen, bis nahe an die untere Spitze des Hoden. Demnach sei der Theil, den Hunter Gubernaculum nannte, nicht ein solider Strang, sondern eine von Fleischfasern überzogene Blase. Der untere Theil der Blase wachse aus dem Inguinalkanale in das Scrotum herab, dränge daselbst das benachbarte Zellgewebe auseinander und bahne auf diese Weise dem Hoden, ehe dieser seinen Ort verlässt, den Weg. Beim Herabsteigen des Hoden stülpe sich der obere, in die Bauchhöhle hineinragende Theil der Blase, nebst dem an ihn angewachsenen Peritoneum in den unteren, in das Scrotum hinabgehenden Theil derselben ein. Die dabei thätigen Kräfte seien theils die Resorption der in der Blase enthaltenen Flüssigkeit, theils die mechanische Wirkung der Muskelfasern.

Cloquet, Carus und Arnold bestreiten dagegen, dass der Cremaster jemals von Fasern gebildet werde, die aufwärts zu dem in der Bauchhöhle liegenden Testikel gingen; sie behaupten, dass dieser Muskel herstamme von Fasern, die sich von dem Ligament. Poupart. zu dem Os pubis ausspannen und die der Testikel beim Herabsteigen vor sich hertreibt.

Der neueste Schriftsteller über diesen Gegenstand, Cleland (the mechanism of the gubernaculum testis. Edinb. 1856)

unterscheidet das Gubernaculum (gubernacular chord) von der Plica gubernatrix (Arnold), der Bauchfellfalte, welche in der Fortsetzung des Mesorchium vom untern Ende des Hoden zum Leistenring herabzieht. Das Gubernaculum ist nach seiner Ansicht kein einfaches Band, sondern zusammengesetzt aus oberflächlichen Faserschichten des Peritoneum, auf- und absteigenden Fasern der Aponeurose des M. obliq. ext. und auf- und absteigenden Fasern der Fascia lumbalis. Cleland constatirt neben abwärts bogenförmigen Fasern des Cremaster auch aufsteigende Muskelfasern, doch lägen sie nicht, wie man angenommen habe, in der Plica gubernatrix, sondern auf der äussern Fläche des Peritoneum und gingen frühzeitig wieder durch Atrophie zu Grunde. Für die eigentliche Ursache des Herabsteigens des Hoden erklärt Cleland, mit Seiler, das verschiedene Wachsthumsverhältniss der Theile, ein rasches Wachsen der obern und ein Zurückbleiben der untern Körperregion. Wenn das Gubernaculum einen Antheil an dem Descensus habe, so sei es nicht durch Contraction, sondern durch Schrumpfung.

Das Präparat, dessen Beschreibung folgt, rührt von einem ausgewachsenen und, wie es scheint, kräftig entwickelten Manne her.

Scrotum und Penis zeigen beim ersten Anblick keine besondere Abnormität; die Behaarung der Genitalien scheint gehörig entwickelt gewesen zu sein.

Die äussere Haut des Scrotum hat ziemlich viele, ansehnliche Ruuzeln.

In dem Scrotum fühlt man nur Einen Hoden, und zwar den linken; derselbe bietet nichts Bemerkenswerthes.

Bei näherer Untersuchung des Scrotal-Sackes zeigt sich, dass die linke Seite desselben die rechte im Wachsthum bedeutend übertroffen. Die Raphe fängt unter der Mitte des Penis an, windet sich jedoch gleich nach rechts und lässt sich auf dieser Seite bis zu ihrem tiefsten Punkte verfolgen. wo sie sich verliert, und erst in der obern Hälfte ihres Verlaufs an der Rückseite des Scrotum wieder sichtbar wird. Dem entsprechend ist auch das Septum bedeutend nach rechts verschoben.

Was die Dimensionen betrifft, so misst der Penis von der Symphyse bis zur untern Mündung der Uretra 13 CM., von der Uebergangsfalte zwischen ihm und dem Scrotum 8 CM., die Glans ragt 2 CM. aus dem Praeputium hervor; der Dickendurchmesser des Penis beträgt 2 CM.

Das Scrotum misst von der Uebergangsfalte bis zu seinem tiefsten Punkte 10 CM.; 2,5 CM. darüber befindet sich an der rechten Seite der tiefste Punkt der Raphe; die Höhe der linken Scrotal-Hälfte beträgt also nur 7,5 CM.; die Entfernung beider Endpunkte der Raphe 8 CM.

Die äussere Haut und die Tunica dartos der linken Scrotalhälfte zeigen nichts Besonderes. Der Funiculus spermaticus erscheint kräftig und liegt mit seinem obern Theile frei, während der untere in Fettzellgewebe eingebettet ist. Sein Durchmesser beträgt in der Mitte etwa 1 CM.; die Länge von der äussern Oeffnung des Leistenkanals bis zum Hoden 10 CM. Der Cremaster ist gut entwickelt, der Processus vaginalis vollkommen geschlossen.

Die rechte Scrotalhälfte ist nur mit Fettgewebe erfüllt. Aus der äussern Oeffnung des Leistenkanals hängt ein strangartiges, 4 CM. langes, weisses Gebilde in die Höhle des Scrotum herab.

Nachdem der Musculus obliquus externus von dem obern Rande der Mündung des Leistenkanals aus parallel seinem Faserverlauf durchschnitten und der Schnitt durch den Musc. obliquus internus und transversus geführt, und diese Parthien zur Seite geschlagen, wird die grosse innere Oeffnung des Leistenkanals, sowie der ganze Verlauf desselben sichtbar. Der schon erwähnte Strang geht durch den Kanal in die Bauchhöhle hinein, und ist durch einzelne Adhäsionen an das Ligamentum Poupart. und an die Aponeurose des Muscul. transversus befestigt.

Von der Bauchhöhle aus sieht man in der rechten Fossa iliaca den Hoden liegen, in einer Duplikatur des Peritoneum, 5—6 CM von der Spina ossis ilium in der von derselben zum Promontorium gezogenen Linie. Die Höhe der Bauchfellfalte beträgt 1,5 CM. Der Hoden ist von bohnenfürmiger Gestalt, klein und fühlt sich weich an. Seine Länge beträgt 2 CM., seine Breite 1,5 CM. und seine Dicke 0,5 CM.

Ueber seinem obern Ende befindet sich etwas seitwärts eine dickere Masse, gleichfalls vom Peritoneum umgriffen, die Epididymis, von der aus in einem Bogen in etwas geschlängeltem Verlauf um den lateralen Rand des Hoden herum, und nach unten gehend, sich durch das Peritoneum hindurch das Vas deferens erkennen lässt. Man kann dasselbe bis zu seinem Eintritt in das untere Becken verfolgen, derselbe liegt etwa 2—3 CM. seitwärts von der Articulatio sacro-iliaca.

Am obern Ende des Hoden befindet sich in einer etwa 0,5 CM. langen Tasche des Peritoneum die Morgagni'sche Hydatide.

Von dem den obern Abschnitt des Hoden umhüllenden Theil des Peritoneum verläuft ein dünner, 1,5 CM. langer Strang zu der gegenüberliegenden, das Vas deferens enthaltenden Peritoneal-Falte.

Von der Stelle, wo das Vas deferens bei seinem Umziehen des Hoden der untern Seite desselben gegenüber zu liegen kommt, geht eine Falte des Peritoneum, die Plica gubernatrix, nach der inneren Oeffnung des Leistenkanals herunter und tritt in den oben erwähnten Strang ein, in dem wir von dieser Seite betrachtet, eine Ausstülpung des Peritoneum, also den Processus vaginalis peritonei erkennen. Die Falte besteht aus zwei dicht aneinanderliegenden Peritonealplatten, ist sehr dünn, durchsichtig, und zeigt unter dem Mikroskop nichts anderes, als Bindegewebe.

Die Länge der Falte beträgt, von dem Vas deferens bis zu ihrem Eintritt in den Processus vaginalis ungefähr 5 CM.; ihre Höhe nimmt von oben nach unten allmälig zu, ist am beträchtlichsten nahe dem untern Ende, etwas über 2 CM., und nimmt dann rasch ab.

Mit der Sonde kann man etwa 2 CM. in den Process. vaginalis hineingehen.

Von einem Gubernaculum, oder von Muskelfasern hinter der Plica gubernatrix liess sich nichts auffinden.

Die Beschaffenheit der Plica gubernatrix in diesem Falle scheint mir vollkommen mit dem übereinzustimmen, was Cleland über dieselbe sagt. Nichts deutete auf die Ursache der Hemmungsbildnng, wenn man nicht den oben erwähnten, zwischen dem Hoden und dem Vas deferens ausgespannten, ligamentösen Strang als Residuum einer adhäsiven Entzündung auffassen will.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. V.

Aeussere Ansicht des Präparats: die Musculi obliq. ext. und intern. durchschnitten und zurückgeschlagen.

1. Coecum.
2. Processus vermiformis.
3. Ende des Ileum.
4. Peritoneum.

Oae. Musc. obliq. externus.
Oai. Musc. obliq. internus.
Ta. Musc. transversus.
T. Testis.
Mh. Morgagni'sche Hydatide.
Mo. Mesorchium.
Ep. Epididymis.
Pvp. Process. vaginalis peritonei.
Sc. Scrotum.
P. Radix penis.

Taf. VI.

Innere Ansicht: Musc. transversus zurückgeschlagen.

† Rectum.
* Vesica urinaria.
Pg. Plica gubernatrix.
Vd. Vas deferens.
Aii. Apertura interna canalis inguinalis.

Taf. VII.

Innere Ansicht: Peritoneum gleichfalls zurückgeschlagen.

Ipv. Introitus process. vaginalis.

Anatomische und physiologische Untersuchungen über die Lymphherzen der Frösche.

Von

Dr. W. Waldeyer,

Assistenten des physiologischen Instituts zu Königsberg i. Pr.

(Hierzu Taf. VIII.)

Die nachfolgenden Untersuchungen bilden im Wesentlichen eine anatomische Ergänzung der von Goltz über die Bewegung der Lymphherzen neu ermittelten physiologischen Thatsachen*). Goltz schliesst aus seinen Beobachtungen, dass die Quelle der Bewegung der Lymphherzen in diesen Organen selbst zu suchen sei und nicht im Rückenmarke, wie bereits früher auch Eckhard**), Volkmann gegenüber, angegeben hatte.

Man kennt schon lange die Ganglienanhäufungen in der Herzsubstanz, namentlich beim Frosche; die Analogie der Bewegung des Blutherzens und der Lymphherzen ist durch die Goltz'schen Experimente eine durchgreifende geworden. So liegt es nahe, in beiden pulsirenden Organen dieselben anatomischen Substrate, besonders also Ganglienzellen auch in den Lymphherzen zu vermuthen. So viel ich weiss, ist Volkmann der einzige, der die letztern darauf speziell untersucht hat***). Er erhielt indessen nur ein negatives Resultat. Wenn ich mich, trotz der vergeblichen Bemühungen eines Forschers wie Volkmann, nun nicht abhalten liess, diese Untersuchung von Neuem aufzunehmen, so bestimmte mich

---

*) Centralblatt für die medic. Wissenschaften. Berlin 1863. Nr. 2 u. Nr. 32.

**) Henle und Pfeuffer's Zeitschr. f. rat. Med. 1ste Reihe, Bd. 8.

***) Müller's Archiv, Jahrgang 1844, pag. 419 ff.

dazu ein dreifaches: Einmal wiesen die Goltz'schen Angaben von neuem dringend auf das Vorhandensein von Ganglienzellen hin; dann durfte ich hoffen mit den erweiterten Untersuchungsmethoden und den verbesserten Instrumenten mehr zu erreichen; schliesslich aber bezogen sich Volkmann's Untersuchungen nur auf das Lymphherz selbst, nicht auf dessen Umgebungen — wenigstens finde ich bei Volkmann nichts davon angegeben —, und es lag nicht fern, diese mit in das Bereich der Forschung zu ziehen. Befinden sich ja auch die Ganglienzellen des Froschherzens vorzugsweise in der Vorhofsscheidewand und an der Kammerbasis, Orten, die bei der Contraction gewiss sehr wenig betheiligt sind.

Aus dem letztern Grunde überschritt auch die Ausdehnung meiner Untersuchungen das anfänglich abgesteckte Ziel. Ich sah die Nothwendigkeit ein, die Umgebung der Lymphherzen, die zutretenden Gefässe und Nerven einer genauern Durchmusterung zu unterwerfen. So entstanden die ausführlichen Angaben über die Lage der hintern Lymphherzen, ihren feinern Bau und die detaillirte Beschreibung des Nerv. coccygeus. Wem diese Dinge in dieser Ausführlichkeit als nicht zur Sache gehörig erscheinen sollten, der möge sie wenigstens als einen vielleicht nicht ganz unwillkommenen Beitrag zur Anatomie unseres Frosches aufnehmen. —

I.

Anatomischer Theil.

Anatomische Angaben über die Lymphherzen der Frösche finden sich vor Allem bei Joh. Müller in den verschiedenen Aufsätzen (Poggendorff's Annalen 1832, Philosophical Transactions 1833, — Archiv 1834), die er bei Gelegenheit seiner berühmten Entdeckung dieser Organe lieferte. Man vergleiche ausserdem:

Milne Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée, pag. 417 ff. T. II.

Mauro Rusconi, Annales des sciences naturelles. 1841. 2ième série, T. 15. pag. 249. und
Riflessioni sopra il sistema linfatico dei Rettili. Pavia 1845.

Panizza, Sopra il sistema linfatico dei Rettili, Richerche zotoomiche. Pavia 1833.

E. H. Weber, Ueber das Lymphherz einer Riesenschlange. Müller's Archiv, 1835.

Leydig, Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853. und
Lehrbuch der Histologie. 1857. pag. 419.

Meine Untersuchungen beziehen sich fast ausschliesslich auf die hintern Lymphherzen von Rana esculenta und temporaria.

A. **Lage und Umgebung.** Eine für die Auffindung und erste Untersuchung der Lymphherzen genügende neuere Darstellung findet man in Ecker's Icones physiologicae Taf. V. Ausführlichere Angaben hat Panizza (l. c. und Müller's Archiv 1834 pag. 300). Ich sehe mich jedoch genöthigt, eine neue, detaillirte Beschreibung zu geben, indem ich auf diese Weise manche, weiter unten mitzutheilende Thatsachen übersichtlicher und präciser anführen kann.

Zu beiden Seiten des Os coccygis lassen, von hinten gesehen, die Muskeln des Anus, des Hüft- und Steissbeins und des Oberschenkels einen dreieckigen Raum zwischen sich offen. Die obere und mediane Dreiecksgränze bildet der M. ileococcygeus (iléo-coccygien, 40, Dugès). Nach oben und lateralwärts liegt der M. glutaeus medius (Cuvier) (Ex-ilio-trochantérien, 135, Dugès). Das Dreieck wird unten geschlossen durch den M. pyramidalis (Cuvier) (coccy-fémoral, 136, Dugès). Der obere Winkel dieses fast gleichseitigen Raumes fällt mit dem untern Ansatz des M. ileo-coccygeus an das Hüftbein zusammen; die beiden Muskeln, welche daselbst zusammenstossen, sind: ileo-coccygeus und glutaeus med. In den untern äussern Winkel, der ungefähr dem Hüftgelenk entspricht, ragt, von vorn gesehen, der Ursprung des M. iliopsoas (Cuvier) (Intra-ilio-fémoral, 140, Dugès) hinein. Noch vor diesem hinweg zum Oberschenkel laufen eben da Art. ischiadica und Nerv. ischiad., welche von der Bauchhöhle aus als die laterale Grenze des Lymphherzens erscheinen. In derselben Weise wird der untere mediale Winkel durch einen zwischen M. ileococcygeus und pyramidalis hineinragenden Theil des M. levator ani (ischio-coccygien, Dugès) ausgerundet.

Das in dieser Weise abgegrenzte Dreieck wird nun genau durch das hintere Lymphherz und seine unmittelbaren Umgebungen ausgefüllt. Nach Ausschneidung dieser Partien erscheint scharf begrenzt das dreieckige Fenster, welches vom Rücken her nach der Beckenhöhle des Frosches führt. Die unmittelbaren Umgebungen des Lymphherzens sind nun: 1) Die vom Rücken her deckende starke Fascia ileococcygea. Dieselbe bildet die nächste Decke des M. ileococcygeus nach Wegnahme der äussern Haut und geht sowohl in die Bauchfascie, als in die des Oberschenkels über. Auf dem Wege nach der Bauchfascie verwächst sie mit dem Periost

des hintern Darmbeinrandes. Mit dem Steissbein ist sie hingegen nicht verbunden. Grade auf dem Lymphherzen verschmilzt sie mit der äussern Haut durch einen queren, blattartigen Fortsatz, der vom Anus aus sich fast rings um den Ansatz des Oberschenkels an den Rumpf erstreckt. 2) Dicht unterhalb der gemeinsamen starken Fascie liegt die jedem M. ileo-coccygeus besonders zugehörige Fascia propria, eine zarte, glashelle Bindegewebsmembran, mit Gefässen und Nerven, die theilweise zum Lymphherzen gehören. Diese Fascie lässt sich ebenfalls leicht vom Muskel abziehen, geht in das lockere Bindegewebe der nächsten Umgebung des Lymphherzens und zugleich von diesem aus um den untern freien Rand des Muskels herum in dessen Bauchfascie über. Letztere Fascie trägt den Bauchast des Nervus coccygeus, wie die Rückenfascie den dorsalen Hautast desselben Nerven. 3) Ein lockeres, stark pigmentirtes Fett-Bindegewebe, welches hauptsächlich vom Rücken her das Lymphherz einhüllt. Daselbst sind auch die unter 1 und 2 beschriebenen Membranen mit demselben fest verwachsen, so dass es schwer wird, von der Dorsalfläche her das Lymphherz frei zu legen. Besondere Aufmerksamkeit verdient eine Pigmentanhäufung, die am obern (vordern) Rande des Lymphherzens gelegen, in ihrer grössten Ausdehnung vom Rücken her sichtbar wird, wenn die unter Nr. 1 beschriebene starke Fascia ileo-coccygea abgezogen ist. (Man vergl. hierüber das bereits von Panizza, ll. cc. Vorgebrachte.) Dies Pigmentzellgewebe liegt im Niveau der Fascia propria genau am untern Rande des M. ileo-coccygeus und erstreckt sich am weitesten auf die Dorsalfläche desselben hinauf. Nach unten stösst es direct an das Lymphherz an, welches in seiner Substanz ebenfalls zahlreiche kleinere Pigmentanhäufungen enthält. Die zum Lymphherzen verlaufenden Nerven treffen alle in dieser Pigmentanhäufung zusammen, und es liegen daselbst auch die zugehörenden Ganglienzellen, von denen später noch ausführlich die Rede sein wird. —

Das Lymphherz selbst liegt nun, eingehüllt in die eben beschriebenen Gebilde, vom Rücken her gesehen, etwas mehr nach dem äussern untern Winkel des Muskeldreiecks hin. Wie bemerkt, ist seine obere (dorsale) Wand ziemlich fest mit den nächsten Umgebungen, namentlich der Fascia ileococcygea, verwachsen, so dass es nur mit Mühe ganz unversehrt vom Rücken her freizulegen ist. Im untern äussern Winkel ist es ebenso innig mit dem Levator ani und dem pyramidalis zusammengeheftet, so dass seine Fasern sich mit denen des erstgenannten Muskels hie und da zu vermischen scheinen. Von

der Bauchhöhle her kommt nach Trennung der Symphyse und Fortnahme der Eingeweide wiederum der besprochene dreieckige Rahmen, vom Lymphherzen ausgefüllt, zum Vorschein, jedoch so, dass N. und A. ischiad. als directe mediale Begrenzung, M. levator ani vorzugsweise als untere Begrenzung erscheinen. Das Fett und eine feste Fascie als Decke, fehlen; ihre Stelle nimmt allein der Beckentheil der Fascia propria des M. ileococcygeus ein, der daselbst auf Blase, Mastdarm und M. levator ani übergeht. Somit ist das Organ von der Beckenhöhle aus viel leichter zugänglich. Ohne Schwierigkeit kann man auch direct zu demselben gelangen, wenn man in bekannter Weise zwischen M. vastus internus und M. semimembranosus (Cuvier) (146 und 148 Dugès) eingeht, um den N. ischiad. freizulegen. Hebt man den letzteren auf, so gewahrt man ohne Weiteres von der Seite her das Lymphherz mit ganz freier lateraler Fläche wie eingekeilt zwischen M. levator ani und pyramidalis liegen.

B. **Gefässe des Lymphherzens.** Die Arterien des Lymphherzens kommen aus der A. iliaca (ischiadica). Gewöhnlich lassen sich zwei feine Stämmchen injiciren, die am vordern und hintern Rande des Organs zu demselben herantreten und sich mit zahlreichen Aesten in seiner Substanz und den zunächst liegenden Theilen verbreiten. — Ueber die Beziehungen des Lymphherzens zum Venensystem, namentlich seine Verbindung mit einem Zweige der Vena ischiadica haben sich vor Allen J. Müller, Panizza und Rusconi, ll. cc., verbreitet. Die Rusconi'sche Zeichnung und Beschreibung, cf. Rifl. sopra il sist. linf. cet. . . Tab. IV. Fig. 7, nach welcher ein kleiner Venenzweig vom Lymphherzen in eine quer über die Rückenfläche des Oberschenkels verlaufende Vene, „Vena iliaca trasversale“ (Rusconi), sich einsenkt, stimmt genau mit meinen Präparaten. Die genannte Vene nimmt mehrere Aeste auf und verläuft schliesslich als querer Verbindungsast zwischen der Vena femoralis und der Fortsetzung der Vena ischiadica, d. i. der Vena renalis advehens Jacobsonii.

C. **Nerven.** In nähere Beziehung zum Lymphherzen treten der N. coccygeus, der Plexus ischiadicus und der N. sympathicus mit einzelnen Anhäufungen von Ganglienzellen. Es ist nöthig, der vielen abweichenden Angaben über das Verhalten des Lymphherzens bei Reizung oder Durchschneidung seiner Nerven wegen, genauer auf den Verlauf derselben einzugehen. Am besten halten wir uns hierbei an den N. coccygeus, dessen Ursprung und Verästelung eingehend beschrieben werden muss. Die Betrachtung seiner Anastomosen

mit dem N. ischiadicus und sympathicus wird deren etwaige Beziehungen zum Lymphherzen von selbst ergeben.

1) Allgemeines Verhalten des Nervus coccygeus.

Der N. coccygeus, auch als Nerv. X. des Frosches beschrieben, ist der letzte Rückenmarksnerv und bei verschiedenen Individuen von verschiedener Stärke. In den meisten Fällen besteht er aus einem ganz feinen dorsalen Hautaste und einem kaum stärkern Bauchaste, welche beide auf den entsprechenden Flächen des M. ileococcygeus herablaufen, eingebettet in dessen Fascia propria. So versorgt er, ausser seiner sensiblen Verbreitungssphäre, nur Lymphherz, Blase, Mastdarm und den Endtheil des M. levator ani, den eigentlichen Sphincter ani. Zuweilen präsentirt sich indessen der Bauchast als ein ansehnlicherer Stamm, der dann von Anfang an einen Theil derjenigen motorischen Fasern führt, die sonst im N. ischiadicus zu verlaufen pflegen. Der sensible Verbreitungsbezirk in der Haut des Afters scheint hierbei jedoch derselbe zu bleiben. Beide Fälle müssen, was Ursprung, Anastomosen mit dem N. ischiadicus und Endverbreitung in gewissen Muskeln anlangt, auseinandergehalten werden.

2) Ursprung des N. coccygeus.

Wie alle Rückenmarksnerven setzt sich der Coccygeus aus vordern und hintern Wurzelfäden und aus Spinalganglienfasern zusammen. Die sensible Wurzel ist einfach und tritt dicht unterhalb der neunten hintern Wurzel hart an der obern Grenze des Filum terminale aus dem Rückenmark hervor. Die vordere Wurzel variirt. Entweder ist sie einfach und dann stärker, als die sensible, der sie grade gegenüber aus der vordern Rückenmarksfläche entspringt, oder sie besteht aus zwei bis drei äusserst feinen Fädchen, die dem unbewaffneten Auge kaum sichtbar sind. Letztere kommen dann getrennt aus dem Rückenmark und sehen wie eine 10te, 11te, oder gar 12te vordere Wurzel aus; sie vereinigen sich erst am Ganglion spinale. Die einfache, starke vordere Wurzel findet sich meist in den Fällen, wo der ganze N. coccygeus, namentlich der Abdominalast, stärker ist, als gewöhnlich. Die Wurzelfäden laufen noch eine geraume Strecke weit im Steissbeinkanale der Wirbelsäule herab und treten in der bekannten Weise in dem kleinen Ganglion spinale zusammen, welches in einem Foramen des Steissbeins gelegen ist. Das Ganglion fasst ungefähr 40—50 Ganglienzellen. Aus diesem Foramen

kommen nun die beiden Hauptäste des Coccygeus, der Ramus dorsalis und der Ramus abdominalis hervor, letzterer immer als der stärkere.

3) Ramus dorsalis des N. coccygeus.

Der Rückenast des N. coccygeus entspringt aus dem gemeinsamen Stamm in der Stärke von etwa 20 Primitivröhren, durchbohrt gleich nach seinem Austritt aus dem Foramen des Steissbeins den M, ileococcygeus und läuft auf diesem, schräg nach aussen sich wendend, hinab zum Lymphherzen. Hier vergräbt er sich anfangs in die Pigment- und Fettmasse, welche das Lymphherz umgibt, durchsetzt dann die starke Fascia ileococcygea und tritt zur Haut, da wo sie vom Rücken auf den Oberschenkel übergeht. Auf diesem Wege, noch vor Durchbohrung der Fascie, läuft er der Länge nach schräg nach aussen über das Lymphherz hinweg. Sind die umhüllenden Fettmassen nicht zu stark, so kann man den Nerven mit freiem Auge sehen, wie er sich scharf gegen das mit Pigment durchsäete Lymphherz abhebt. Dicht neben ihm liegt meistens ein anderes eben so starkes Stämmchen, auch ein Rückenhautnerv, der vom Plexus ischiadicus herkommt. Häufig gehen noch vor dem Uebergange zur Haut kleinere Zweige von 5—6 Fasern von unserm Hautast ab; dieselben verlieren sich als nicht weiter verfolgbar in dem früher beschriebenen Pigmentflecken. Sowohl von diesen Aestchen, als auch vom Hauptstamm gehen indessen bestimmt keine Fasern zum Lymphherzen selbst. Da ich mit Zuhülfenahme des Mikroskops gearbeitet habe, so glaube ich dieses mit Sicherheit behaupten zu können.

4) Ramus abdominalis des N. coccygeus.

Der zweite und stärkere Ast des N. coccygeus läuft in derselben Weise schräg nach aussen auf der Bauchfläche des M. ileococcygeus zum Lymphherzen hin, wie es eben von dem Rückenaste beschrieben wurde. Die von ihm abgehenden Zweige lassen sich unter folgende Rubriken bringen:

α) Verbindungsfasern mit dem N. sympathicus.
β) Anastomosen mit dem Plexus und Nerv. ischiadicus.
γ) Fasern zum Plexus vesicalis und haemorrhoidalis.
δ) Fasern an die Artt. iliacae.
ε) Muskelzweige.
ζ) Zweige zum Lymphherzen.

Die mir bekannt gewordenen Beschreibungen des letzten Endes vom Sympathicus der Batrachier und seiner Verbindungen mit dem Nervus coccygeus sind sämmtlich mehr oder weniger unvollständig.

E. H. Weber sagt *): „Quibus quidem gangliis omnibus computatis, adnumerato ganglio trigemini, nervus sympathicus e duodecim gangliis constat, quorum decimum cum nervo crurali, undecimum et duodecimum cum radicibus nervi ischiadici conjunctum est.“ Es scheint, dass Weber hier den N. coccygeus gar nicht berücksichtigt hat. Jedenfalls ist ein Verbindungsfaden des Sympathicus zum Coccygeus, der (nach Weber's Zählung) ein dreizehntes Ganglion, welches ich sogleich beschreiben werde, zum Ausgangs- resp. Endpunkte hat, übersehen worden.

Schiess**) beschreibt ein starkes Ganglion (zeichnet wenigstens in seiner Fig. 17 nur eins, nennt es jedoch einen gangliösen Plexus), Ganglion coccygeum, „das zum Plexus ischiadicus in nahe Beziehung trete.“ In welche? wird nicht näher angegeben. — Von diesem Ganglion coccygeum sollen dann sparsame Fäden zum Afterdarm und zur Harnblase gehen; ein kleiner Zweig begleite die Arterie noch weiter nach abwärts, was ich übrigens bestätigen kann. Schliesslich sagt Schiess: „Ist der Grenzstrang einmal in die Gegend des Os coccygeum vorgerückt, so verliert er seinen Charakter als Grenzstrang, wird dünner, nimmt noch Zweige (?) vom dritten Lendennerven und dem Steissbeinnerven, Fig. 17 (fehlen jedoch, so viel ich sehe, in der citirten Figur), auf, und verliert sich dann in dem Plexus haemorrhoidalis und vesicalis.“

Genauer sind die Angaben von Ecker***). In der Erklärung zur 24sten Tafel seiner Icones physiologicae lesen wir: „Vom 9ten Ganglion (bei Schiess das grosse, Nr. 8) tritt der Stamm sich verjüngend abwärts, bildet bei der Verbindung mit dem N. coccygeus ein kleines Ganglion Nr. 10, (S. 10 der Tafel) und verliert sich dann am Mastdarm und Blase.“ Alle drei Beobachter beschreiben somit nur eine Verbindung des N. sympathicus mit dem N. coccygeus. Nach meinen Untersuchungen ergibt sich indessen der Connex zwischen Sympathicus und Coccygeus als ein mehrfacher. In den meisten Fällen gehen nämlich zwei besondere, relativ starke

---

*) Anatomia comparata N. sympath. Lipsiae. 1817. pag. 48.

**) Versuch einer speziellen Neurologie der Rana esculenta pag. 28 ff.

***) Icones physiologicae. T. 24.

Verbindungsfäden vom N. X zum Grenzstrang des Sympathicus, deren jeder sich auch in ein besonderes Ganglion einsenkt. Zählt man daher mit Ecker nach Abzug des Ganglion Trigemini und vagi, so müssen 11, nach E. H. Weber dagegen 13 sympathische Ganglien im Grenzstrange des Frosches angenommen werden. In Bezug auf die Stärke der Ganglien bemerke ich, dass ich in einem Falle im 10ten 28, im 11ten 12 Ganglienzellen unterscheiden konnte. In andern Präparaten war sicher die doppelte Anzahl vorhanden; es konnte jedoch, der dichten Lagerung wegen, keine genaue Zählung mehr vorgenommen werden.

Das eilfte (letzte) Ganglion ist ungefähr 2—3 Mm. oberhalb der Theilung der Aorta gelegen; dicht darüber findet man gleich das zehnte. Selten sind beide Ganglien, 10 und 11, in eins verschmolzen. Mitunter trifft man wol auch zwischen neuntem und zehntem Ganglion eine distincte Anhäufung von 3—4 Ganglienzellen, so dass man auch nach Ecker's Rechnung das Dutzend sympathischer Ganglien allenfalls voll zählen könnte.

Bemerkenswerth ist die Art der Verbindung des N. coccygeus mit diesen Ganglien. Gewöhnlich verlassen schon, lange bevor der Hauptstamm dem Ganglion gegenüber angekommen ist, die zur Verbindung bestimmten Fasern von oben und von unten kommend, denselben, bilden gabelförmig zusammenfliessend mit ihm ein Dreieck und gehen dann quer einwärts zum Ganglion. Der letzte Ast, der sich zum eilften Ganglion begibt, tritt indessen nicht gradewegs zu diesem heran, sondern erst an die Aorta abdominalis oder die Art. iliaca, biegt schleifenförmig nach oben um und läuft dann 1—3 Mm. hart an dem Gefäss entlang nach oben, um sich schliesslich in die untere Spitze des Ganglions einzusenken. Man könnte diese schleifenförmige Verbindung des letzten Zweiges vom N. coccygeus mit dem 11ten sympathischen Ganglion das Ende des Grenzstrang's nennen, denn eine Verschmelzung der beiderseitigen letzten Ganglien des Sympathicus, wie beim Menschen und den höhern Thieren, gibt es bekanntlich, wie schon E. H. Weber angibt*), bei den nackten Amphibien nicht.

Ich will noch erwähnen, dass von dem schleifenförmigen Endzweige zwischen Sympathicus und Coccygeus öfters feine Fäden sowohl zu starken Ganglienhaufen treten, die auf der Vorderfläche der Aorta liegen, als auch nach abwärts längs den Artt. ill. hinziehen. Nicht immer verhalten sich beide

---

*) l. c. pag. 49.

Seiten bei demselben Thiere gleich. Es kommt vor, dass beide Ganglien, 10 und 11, auf einer Seite verschmolzen sind, während sie auf der andern, wie gewöhnlich, getrennt bleiben. —

Der N. ischiadicus, oder genauer, der Plexus ischiad., sendet constant mehrere Verbindungsfäden zum Bauchast des N. coccygeus, deren genauere Kenntniss für die physiologischen Verhältnisse des Lymphherzens unerlässlich ist. Ecker, Taf. 24. Fig. 1 u. 2. l. c., zeichnet zwei derartige Anastomosen, die oberste mit dem dritten Lendennerven, die zweite mit dem N. ischiadicus; gibt jedoch keine eingehendere Be schreibung. Diese von Ecker dargestellten Verbindungszweige sind constant. Ich finde indessen in den meisten Fällen noch eine Anzahl anderer anastomosirender Nervenfädchen, deren Existenz allerdings erst die mikroskopische Untersuchung sicher stellt. Man darf sich daher bei physiologischen Untersuchungen des N. coccygeus nicht darauf beschränken, etwa die beiden obern stärkern Verbindungen zu durchschneiden, sondern muss immer den Plexus ischiadicus durch vorsichtige Präparation blosslegen und exstirpiren, wenn man anders reine Resultate zu seinen Schlussfolgerungen benutzen will.

Das genauere Verhalten der Anastomosen mit dem Plexus ischiadicus ist nun folgendes: Bei gewöhnlicher Stärke des N. coccygeus tritt der erste Verbindungszweig vom dritten Lendennerven ab, etwa in der Mitte des Verlaufs vom N. X; der zweite, stärkere, ziemlich tief unten, beinahe dem vordern (obern) Ende des Lymphherzens gegenüber, dieser, wie be merkt, schon vom Nerv. ischiadicus. Beide Anastomosen bleiben sehr schwach und die zweite fehlt wol ganz, wenn der N. coccygeus von ungewöhnlicher Stärke ist. Man vergl. das am betreffenden Orte darüber Vorgebrachte. Ausser diesen beiden finden sich nun immer einige feinere und feinste Verbindungsfäden, oft nur aus einer einzigen Primitivröhre bestehend; doch sind die einzelnen Reiser nicht constant. Es lässt sich daher auch nur eine allgemeine Beschreibung derselben geben. Schon zwischen den beiden Hauptanastomosen gehen hin und wieder feinere Fädchen zur Verbindung zwischen Nr. X und Plexus ischiadicus. Am häufigsten finden sich aber derartige Zweige innerhalb des mehrerwähnten Pigmentflecks, und mitunter sogar zwischen secundären Zweigen des Coccygeus, die zum Lymphherzen treten, und dem N. ischiadicus. Man zählt deren wol zwei bis drei. Allerdings sind dieselben sehr fein, oft aber auch ohne Weiteres dem freien Auge sichtbar. Wie sich später ergeben wird, tragen diese Fädchen wol

nur in den seltensten Fällen zur Innervation des Lymphherzens bei, ebensowenig wie die grösseren Anastomosen, sondern sie laufen nur in der Bahn des Coccygeus, um sich zum M. levator und sphincter ani zu begeben. —

Dass der N. coccygeus Bewegungsfasern für Blase und Rectum, besonders aber für letzteres führt, lässt sich experimentell sehr leicht darthun; der anatomische Verlauf derselben wird am besten in folgender Weise beschrieben. Nach der zweiten (stärksten) Anastomose mit dem N. ischiadicus zerfährt der N. coccygeus, der nunmehr viele Elemente aus dem Plexus ischiadicus beigemischt enthält, in drei Hauptverzweigungen. Der erste (innere) Endast verläuft auf dem M. levator ani; wir werden ihn bei den Muskelzweigen wiederfinden. Die zweite Hauptverzweigung bilden die Fasern zum Lymphherzen, die dritte die in Rede stehenden 3—5 feinen Aestchen zum Rectum und zur Blase. Der erste dieser Aestchen geht mitunter schon hoch oben vom N. coccygeus ab, dicht unterhalb des Eintritts der ersten Anastomose vom N. ischiadicus. (Noch höher oben tritt stets ein feiner Faden vom Plexus ischiadicus zur Blase herab, mit welchen der genannte Zweig verwechselt werden könnte.) Der zweite verläuft ungefähr parallel dem obern Rande des M. levator ani zum Rectum. Die übrigen sehr feinen Zweige entspringen vom ersten Endast des N. coccygeus, der zum Levator ani sich begibt und verlaufen über den genannten Muskel hinweg zu ihren Endorganen. —

Mehrere feine Aeste des Ramus abdominalis N. coccygei treten da, wo letzterer die Art. iliaca kreuzt, an diese heran. In einem Falle, den ich hierauf specieller untersuchte, zählte ich drei feine Fädchen, 2—5 Primitivröhren stark. Die AA. iliacae werden übrigens weiter abwärts vom N. ischiadicus versorgt. Feine Zweige desselben laufen nach Art eines Grenzstranges längs den Arterien hinab. Sie bilden aber, so viel ich sah, keine Ganglien, noch treten sie etwa nach oben mit dem Grenzstrang des Sympathicus in Verbindung. —

Besondere Aeste zu Muskeln gibt der N. coccygeus nur in dem (ungewöhnlichen) Falle ab, wo er von Anfang an eine bedeutendere Stärke besitzt. Er versieht dann den ganzen M. levator ani (ischio-coccygien Dugès) mit Bewegungsfasern. Es laufen zwar immer diese Fasern schliesslich in der Bahn des N. coccygeus, werden ihm aber in den meisten Fällen vom Plexus ischiadicus durch die beiden Hauptanastomosen zugeführt.

Es geht aus diesem Verhalten hervor, dass die verschiedene Stärke des N. coccygeus darauf beruht, ob er von Anfang an sämmtliche Bewegungsfasern für den M. levator ani führt oder nicht. Immer aber, mag der Bauchast des N. coccygeus auch noch so schwach sein, versorgt er die äusserste Partie des Levator, welche die Afteröffnung ringförmig umgibt, den eigentlichen Sphincter ani (moteur de l'anus Dugès). Diese Fasern laufen mit den vorhin aufgeführten letzten feinen Aesten, die zum Plexus haemorrhoidalis treten. Ob nun der früher aufgeführte erste innere Endast des Coccygeus, der immer Muskelast des Levator und Sphincter ani ist, mögen die Bewegungsfasern von Anfang an im Coccygeus liegen, oder erst später vom Ischiadicus her in seine Bahn einlenken, auch sensible Fasern führt, lässt sich nicht bestimmt erweisen. Mit dem anatomischen Messer lassen sich einige feinste Aestchen bis in die Haut des Afters verfolgen.

Das Lymphherz ist schliesslich der eigentliche Verbreitungsbezirk der Fasern, welche von Anfang an im N. coccygeus verlaufen. Schon vorhin ist bemerkt worden, dass der zweite der drei Hauptendzweige des Coccygeus für das Lymphherz bestimmt sei. Man hat sich nur hierbei die Endverzweigung dieses Nerven nicht so zu denken, als ob er genau in drei Endäste zerfiele; immer ist es ein Hauptzweig und mehrere Nebenästchen, welche zu den drei Endbezirken verlaufen. So finden wir hier einen Hauptast, der sich am vordern Rande des M. levator ani auf dessen Rückenfläche heraufbegibt und, den mehrerwähnten Pigmentfleck durchsetzend, gradewegs zum Lymphherzen strebt. Während er das Pigment durchzieht, sendet er gewöhnlich zwei bis drei feine Reiser von 3—7 Primitivröhren ab, die in die Substanz des Lymphherzens eintreten. Der Hauptstamm läuft aber an der medialen Seite des Organs bogenförmig herum, sich dabei stufenweise in feine Aestchen auflösend. Zuweilen sieht man auch einen kleineren äussern Bogenfaden des Hauptlymphastes. Man bemerkt ausserdem nicht selten noch besondere feine Zweige vom Stamme des Coccygeus zum Lymphherzen treten, bald vor, bald nach der letzten Anastomose mit dem Ischiadicus. In zwei Fällen konnte ich auch einen feinen Faden direct vom N. ischiadicus her zum Lymphherzen nachweisen. Man vergleiche hierüber das an betreffender Stelle Gesagte pag. 112.

5) Sympathische Fasern und Ganglienzellen, welche zum Lymphherzen gehören.

Ausser den vorhin ausführlich beschriebenen Verbindungen des N. coccygeus mit dem Grenzstrang des Sympathicus gibt es noch eine Anzahl besonderer sympathischer Fasern, welche in mehr directe Beziehung zum Lymphherzen treten. Dieselben verlaufen auf der Rückenfläche des M. coccygeus in der früher erwähnten Fascia propria des Muskels und begleiten den dorsalen Hautast des Nerv. coccygeus. Vergl. pag. 106 u. 109.

Präparirt man die genannte Fascie sorgfältig vom Muskel ab und schneidet sie sammt dem Pigmentfleck, in welchen sie ja übergeht, und dem Lymphherzen aus, bringt sie mit Blutserum, Humor aqueus oder dergl. befeuchtet, unters Mikroskop, so gewahrt man leicht etwa 3—4 Mm. von der Pigmentanhäufung entfernt, zwei bis drei kleine Gruppen von Ganglienzellen, zwischen welchen Nervenfasern vom Charakter der sympathischen verlaufen, die zum grossen Theile von den Zellen selbst ihren Ursprung nehmen. Die Zellen zeigten sich unipolar und bipolar. Das Lagerungsverhältniss der Zellen und sympathischen Fasern zum dorsalen Ast des N. coccygeus ist kein constantes. Sie liegen bald an der lateralen, bald an der medialen Seite desselben. Die am meisten vom Lymphherzen entfernte (vordere) Gruppe von Zellen befindet sich gewöhnlich in der Mitte des Verlaufs des genannten Nerven. Uebrigens halten sie sich meistens dicht an demselben, so dass ihre Auffindung nicht schwer wird, wenn man den Nerven als Leitfaden nimmt. Die Zahl der Zellen in den einzelnen Ganglien variirt sehr. Mitunter finden sich sogar einzelne ganz abgesondert und zerstreut in der bindegewebigen Membran. Gewöhnlich sieht man aber zehn bis zwanzig Zellen zusammenliegen. Es musste mir nun vor allem daran liegen, diese Ganglien und die von ihnen abgehenden Fasern nach auf- und abwärts weiter zu verfolgen. Nach aufwärts, zum Ursprunge des dorsalen Hautastes vom Coccygeus hin, lässt sich der Stamm der gangliösen Fasern noch eine gute Strecke weit erforschen; es war mir aber nicht möglich, ihn zu irgend einem grössern Aste des Sympathicus, oder zu einem grössern Ganglion zu begleiten; ich vermuthe nur, dass die Fasern vom intervertebralen Ganglion des N. X kommen möchten. Nach abwärts setzt der unaufhellbare Pigmentfleck der weitern Forschung bald Grenzen. Das ist aber von Wichtigkeit, und ich hebe es besonders hervor, dass in einem Falle, wo das Pigment etwas dünner gehäuft war, ich ohne Schwierigkeit eine gute

Strecke weit in den Flecken hinein grössere Gruppen von Ganglienzellen verfolgen konnte, die mit den leichter auffindbaren in der klaren Fascie durch Nervenfaserzüge zusammenhingen. Nimmt man hinzu, dass dieser Pigmentfleck so zu sagen das Rendezvous für alle Nervenfasern abgibt, die zum Lymphherzen treten sollen, dass es ferner nicht schwer ist, auch im Lymphherzen selbst Nervenfasern nachzuweisen, die unzweifelhaft den Charakter der gangliösen an sich tragen, so möchte man wol nicht zweifeln können, dass diese Ganglien mit ihren Fasern in directe Beziehung zu unserm Organ treten, obgleich mir der Nachweis des Zusammenhangs nicht gelungen ist. Das Experiment wird indessen darüber weitere Aufklärung geben. Auch die vordern Lymphherzen habe ich auf etwa vorhandene gangliöse Elemente untersucht und dieselben dort ebenfalls aufgefunden. Ich vermag nur nicht die genauere Topographie derselben anzugeben. Das Präparat, worauf ich mich hier beziehe, stammt von einem herausgeschnittenen Herzen. Der Hauptnervenstamm ist eine Strecke weit sammt feineren, zum Lymphherzen verlaufenden Zweigen erhalten; zur Seite des Hauptstammes, ganz in der Nähe des Organs, liegt eine Gruppe von 5 — 6 Ganglienzellen, von denen Nervenfasern ausgehen, die mit den cerebrospinalen Elementen zum Lymphherzen ziehen.

D. Feinerer Bau der Lymphherzen.

So viel mir bekannt ist, haben nur Leydig „Untersuchungen über Fische und Reptilien“ pag. 58 und „Lehrbuch der Histologie“ pag. 421 — und Hyrtl Angaben über die feinere Textur der Lymphherzen gemacht. Man kann an diesen Organen bei Rana drei Lagen verschiedener Gewebe unterscheiden: die äussere bindegewebige Hülle, die Muskellage und die innere Bindegewebsauskleidung mit dem Epithel. Die äussere Lage, welche ich einer Adventitia vergleiche, besteht aus gewöhnlichem fibrillären Bindegewebe mit zahlreich eingestreuten Pigmentzellen; sie ist sowohl mit der Muskellage, als auch mit den umgebenden Theilen, cf. pag. 106 genau verwachsen. Die Muskellage macht die Hauptmasse des Lymphherzens aus. Schiff *) vergleicht das Lymphherz mit einem starken muskulösen Ringe, dem sich oben und unten zwei quere, viel schwächere Muskelpartien, wie der Boden und die Deckel einer Dose anlegten. So deutlich, wie man nach dieser Be-

*) Zeitschr. für rationelle Med. I. R. Bd. 9.

schreibung glauben sollte, ist die Anordnung der Fasern nicht; vielmehr findet eine so dichte Verfilzung und Verflechtung derselben statt, dass man besonders ausgeprägte Faserzüge kaum zu unterscheiden vermag. Im Allgemeinen ist jedoch diese Angabe zutreffend. Die Muskelfasern selbst sind schmal und gleichen sehr denen des Herzens und Darmes bei Astacus fluviat. Sehr häufig findet man dieselben, nicht blos bei Winterfröschen, dicht mit Fettkörnchen durchsetzt. Ihre Kerne werden nach Zusatz passender Reagentien sehr leicht sichtbar, und können bei ihrer verhältnissmässig grossen Anzahl möglicherweise ein Epithel vortäuschen, was nur stückweise erhalten wäre. Dass sie sich, ähnlich den Muskelfasern des Blutherzens, vielfach verästeln, hat Leydig bereits angegeben. Die innerste Lage ist wesentlich ein Epithelstratum. Zunächst jedoch auf der Muskulatur ist eine feine bindegewebige Membran noch deutlich zu unterscheiden. Hyrtl fand bei Pseudopus Pallasii ein Pflasterepithel; Leydig erwähnt auch die innere bindegewebige Auskleidung, konnte aber (bei Ceratophrys dorsata) kein Epithel constatiren.

Meine Präparate ergaben bei Rana ein Plattenepithel. Die einzelnen Zellen sind von runder oder ovaler Gestalt und haben eine durchschnittliche Grösse von 0,0066 Mm. Länge und 0,0052 Breite. —

Meine besondere Aufmerksamkeit war auf das Verhalten der Nervenfasern in der Substanz des Lymphherzens gerichtet; namentlich suchte ich etwaige gangliöse Elemente im Innern des Lymphherzens nachzuweisen. Ich muss mich jedoch der Behauptung Volkmann's anschliessen, dass in der Masse des eigentlichen Lymphherzens keine Ganglienzellen vorkommen. Fasern vom Charakter der gangliösen sieht man jedoch neben den gewöhnlichen dunkelrandigen hie und da die Muskellage durchziehen. Ich habe in dieser Beziehung mich auch an die vordern Lymphherzen gehalten. Dass ich eben da, jedoch nicht in der Masse des Organs selbst, auch Ganglienzellen fand, ist bereits gesagt worden. Es wollte mir nicht gelingen, etwas Bestimmtes über die Endigungsweise der einen oder der andern Faserklasse zu ermitteln.

II.

Physiologischer Theil.

Die im Vorigen mitgetheilten anatomischen Befunde forderten zu neuen Versuchen über die Bewegungen der Lymphherzen auf. Zunächst suchte ich die von Eckhard und Schiff*) vorgebrachten Angaben zu prüfen, habe dann die von Goltz**) mitgetheilten Experimente wiederholt und schliesslich eine besondere Versuchsreihe in Betreff der etwaigen Beziehungen der vorerwähnten Ganglien zur Bewegung der Lymphherzen ausgeführt. Ich stelle in Nachfolgendem die erzielten Resultate kurz zusammen.

I. Die Eckhard'sche Angabe, dass bei Reizung des N. coccygeus mit dem inducirten Strome die Lymphherzen in der Diastole stillstehen, bestätigte sich mir ebenfalls; cf. auch Goltz l. c. — Ich erwähne besonders dieses Versuchsresultat gegenüber den gegentheiligen Angaben von Schiff. Dem N. coccygeus kommt hiermit dieselbe Rolle bei der Bewegung der Lymphherzen zu, wie dem N. vagus beim Blutherzen. Bei Gelegenheit dieser Reizversuche ergeben sich auch experimentell die vorher schon erwähnten Verbreitungsbezirke der motorischen Fasern des N. coccygeus, so wie seine Beziehungen zum N. ischiadicus. Der Coccygeus führt demnach, ausser den Hemmungsfasern für das Lymphherz, nur motorische Fasern für die ringförmig die Afteröffnung umgebenden Partien des Levator ani, Blase und Rectum. Exstirpirt man sorgfältig den N. ischiadicus, so contrahiren sich beim Reiz des Coccygeus nur diese Theile. Eine Ausnahme bildet der Fall, wo der N. coccygeus gleich von Anfang an eine ungewöhnliche Stärke besitzt, dann versorgt er auch den eigentlichen Levator ani, der continuirlich mit dem Sphincter zusammenhängt.

II. In Bezug auf die Abhängigkeit der Bewegung der Lymphherzen vom neunten Nerven, wie sie Eckhard in zwei Fällen beobachtet haben will (cf. l. c. pag. 212), ergaben meine Versuche kein zusagendes Resultat. Ich möchte für diese Angaben die von Schiff erhobenen Bedenken ebenfalls theilen. Vorübergehender Stillstand der Lymphherzen scheint, wie

---

*) Henle u. Pfeuffer's Zeitschrift. I. R. Bd. 8 u. 9.

**) Centralbl. für die med. Wissensch. Nr. 2 u. 32. J. 1863.

schon Schiff angibt, bei jedem heftigen Gefühlseindruck zu erfolgen.

III. Durchschneidung des N. coccygeus erzielt nach meinen Versuchen nur dann einen länger dauernden Stillstand der Lymphherzen, wenn man einmal sämmtliche Nerven ausser dem N. coccygeus vorher durchschnitten hat, oder den Bauchast des N. coccygeus bei seinem Durchtritte durch den im ersten Theile erwähnten Pigmentfleck sammt diesem ausschneidet. Lässt man die Lymphherzen mit dem Rückenmarke nur durch den N. coccygeus im Zusammenhange, so pulsiren sie ruhig fort, abgesehen von den kleinen Alterationen in der Intensität und im Rhythmus der Zusammenziehung, die sie bei der Durchschneidung der übrigen Nerven stets erfahren. Schneidet man jetzt auch noch den N. coccygeus weg, so stehen die Lymphherzen in jedem Falle still und zwar auf längere Zeit. Dieselbe Erfahrung machte nach einer mündlichen Mittheilung auch Goltz bei seinen Experimenten. Ebendenselben sichern Erfolg hat man, wenn man den N. coccygeus tief unten, dicht vor seinem Eintritt in's Lymphherz durchschneidet. Man eliminirt bei beiden Verfahrungsweisen den etwaigen Einfluss der Anastomosen mit dem N. ischiadicus und dem Grenzstrang des Sympathicus, wozu man die im anatomischen Theile gemachten Angaben sich vergegenwärtigen möge. Es ist ein ganz unsicheres Verfahren, bei Durchschneidung des N. coccygeus allein, oder hoch oben bei seinem Austritt aus dem Steissbein, wie Eckhard und Schiff es wollen, Stillstand der Lymphherzen zu erhalten. Mitunter gelingt es, oft schlagen aber die Lymphherzen nach einer kleinen Schwankung in der Pulsation ruhig weiter. Man kann, hoch oben angefangen, Stück für Stück vom Nervus coccygeus entfernen, ohne dass das betreffende Lymphherz sich daran kehrt; kommt man aber unten in die Region des Pigments, so steht es in jedem Falle sofort still. Wir haben vorhin diese Stelle als die Reunion aller Nervenfasern kennen gelernt, die sich überhaupt zum Lymphherzen begeben; wir fanden auch die Ganglien in diesem Bezirke; soll also überhaupt mittelst Durchschneidung der Nerven Stillstand des Organs sicher erzielt werden, so ist dieses die allein geeignete Stelle. Als ein bequemes Verfahren, die genannte Stelle des N. coccygeus auszuschneiden, möchte ich folgendes empfehlen: Man nehme mit möglichster Schonung der Gefässe dem Frosche das Hüftbein weg; das Lymphherz wird dadurch von der Seite her vollkommen blossgelegt und man kann sämmtliche zugehörige oder vorbeiziehende Nerven gut übersehen. Ist der volle kräftige Puls

wieder hergestellt, so ziehe man, indem man sich an den Dorsalast des N. coccygeus hält, mit diesem zugleich die Fascia propria des M. ileococcygeus ab; auf diese Weise lässt sich auch der Bauchflächentheil der genannten Fascie sammt dem Ramus abdominalis vom Coccygeus leicht abpräpariren. So gelingt es unschwer, wenn man an der Fascie, resp. dem Nerven, leicht anzieht, mit einer gekrümmten Scheere die Pigmentmasse nebst allen sie durchsetzenden Nervenästchen wegzuschneiden, ohne das Herz selbst zu verletzen. Der Erfolg ist ein sicherer: augenblicklich vollständiger Stillstand.

IV. Meine Erfahrungen über den Wiedereintritt der Pulsationen nach Durchschneidung des N. coccygeus oder der Zerstörung des Rückenmarks erweitern ebenfalls in einigen Punkten die Angaben von Eckhard, Schiff und Goltz. Zunächst ist hier eine Schiff'sche Mittheilung zu bestätigen, dass es nämlich vom grössten Belang für die Restauration der Lymphpulsation ist, die Blutgefässe bei den betreffenden Versuchen möglichst unversehrt zu erhalten. Die Zerstörung des Rückenmarks ist immer mit einer beträchtlichen Blutung verbunden. Man kann sie auch bei Anwendung glühender Instrumente nicht ganz vermeiden. Denn, will man in einem solchen Falle ganz sicher sein, alle Leitung in den zuführenden Nervenfäden vom Rückenmarke her zerstört zu haben, so ist das doch nicht ohne grössern Blutverlust auszuführen. Ich bin daher immer so verfahren, dass ich von der Seite her unter ein Os ischii einging, vorsichtig die Muskelpartien ablöste, und nun das Beckengerüst etwas lüftete, um die Aorta mit den Nieren aus dem Wege zu schaffen. Dann stiess ich ein spitzes Scheerenblatt bis zur andern Seite durch, und trennte durch einen kräftigen Schnitt Becken von der Wirbelsäule. Sodann entfernte ich an dem emporgehobenen Beckengerüst leicht und sicher alle Verbindungsfäden des Coccygeus mit dem Grenzstrange des Sympathicus, die sich dabei anspannen, und war nun sicher, jedes entferntere etwaige Nervencentrum vom Lymphherzen abgeschnitten zu haben. Die Blutung ist bei diesem Verfahren, falls es mit der nöthigen Vorsicht ausgeführt wird, kaum nennenswerth. Hierbei erfolgt nun absolut sicher jedesmal Stillstand der Lymphherzen.

Die Wiederkehr des Pulses anlangend, so stellt sich derselbe keineswegs immer und in derselben Weise ein. Ich habe einzelne Thiere noch weitere 36 Stunden beobachtet und keine Wiederkehr gesehen; bei andern erfolgte sie innerhalb 10—12 Minuten; bei wieder andern erholte sich nur das eine Lymphherz, während das zweite bis zum Tode des Frosches

nicht wieder zu pulsiren begann. Worin die Gründe, namentlich der letztern Abweichung liegen, ist mir nicht klar geworden. Versuchs- und Beobachtungsfehler habe ich möglichst auszuschliessen mich bestrebt. So nahm ich immer gleich grosse, kräftige und lebensmuthige Frösche, und überzeugte mich jedesmal aufs bestimmteste, ob auf beiden Seiten Alles gleichmässig durchschnitten war. Der Modus des Wiedereintritts erfolgt immer in der zuerst von Schiff (l. c.) beschriebenen Weise. Zunächst sind es unregelmässige, zuckende und flimmernde Bewegungen, welche man wahrnimmt. Mitunter kommt es niemals wieder zu ordentlicher Pulsation. In den meisten Fällen tritt jedoch mit der Zeit der kräftige, normale, rhythmische Schlag wieder ein, genau wie vorher. Ueber den Wiedereintritt der Pulsationen nach Ausschneidung des Pigmentflecks mit den durchtretenden Nerven siehe weiter unten.

V. Die von Goltz (ll. cc.) mitgetheilten interessanten Versuche über die Reflexhemmung der Lymphherzen von den Baucheingeweiden aus, so wie vom Blutherzen her; dann die vollständige Restauration der Pulsation der Lymphherzen nach subcutaner Durchschneidung des Coccygeus, kann ich in allen Punkten bestätigen, — letztere dahin erweitern, dass auch in kurzer Zeit mitunter eine vollständige Wiederherstellung der Pulse stattfindet, wenn eine Durchschneidung sämmtlicher Nerven in der vorhin angegebenen Weise erfolgt ist.

VI. Ob die von mir aufgefundenen Ganglien in der That zum Lymphherzen gehören und auf dessen Bewegungen einen Einfluss haben, prüfte ich durch zwei Versuchsreihen, welche nach Art der bekannten Ligatur- und Durchschneidungsversuche am Blutherzen angestellt wurden. Einmal suchte ich ohne Weiteres durch Ausschneidung des Pigmentflecks mit allen durchziehenden Nerven in der eben besprochenen Weise die Ganglienzellen zu exstirpiren. Es ist vorhin schon davon die Rede gewesen, dass diese Operation ganz constant sofortigen Stillstand des Lymphherzens zur Folge hat. Ich muss hier hinzufügen, dass auch in allen diesen Versuchen, deren ich eine ansehnliche Zahl aufweisen kann, keine Wiederkehr des Pulses, selbst nach tagelanger Beobachtung eintrat. Da diese Versuche auch für die Theorie der Blutherzbewegung von grösster Wichtigkeit sind, so wäre eine Wiederholung derselben auch von anderer Seite sehr wünschenswerth. Bei der zweiten Versuchsreihe brachte ich zunächst das Lymphherz mittelst vollständiger Durchschneidung aller

seiner Nervenverbindungen zur Ruhe, in der sub IV beschriebenen Weise. Ich wartete dann die volle Restauration des Pulses ab und schnitt nun die pigmentirte Stelle sorgfältig aus. Dabei trat, was ich erwartete, in mehreren Fällen sofortiger Stillstand des restaurirten Herzens ein, ohne abermalige Wiederkehr des Pulses. In zweien meiner Versuche indessen stand das Organ hierauf nicht nur nicht still, sondern ich konnte es auch ganz herausschneiden, wie Goltz in seinen Versuchen nach subcutaner Durchschneidung des N. coccygeus allein, und es pulsirte isolirt eine geraume Zeit, beiläufig vier bis fünf Minuten, ungeschwächt und ungeändert weiter. Ich hatte gehofft, bei der, so weit bis jetzt anatomisch nachgewiesen, isolirten Lage der Ganglien, hier ein günstigeres Object für die Entscheidung der Frage nach der Erregung rhythmisch sich bewegender Organe zu finden, als es das Blutherz ist; diese beiden Fälle bringen hier aber ebenfalls Schwierigkeiten. Ich führe ausserdem an, dass ich die betreffenden beiden Lymphherzen noch ganz speciell auf etwa vorhandene Ganglienzellen untersuchte, jedoch in den ausgeschnittenen Partien keine dergleichen vorfand. Ich vermag also bis jetzt keinen unumstösslichen Beweis für die Abhängigkeit der rhythmischen Bewegung der Lymphherzen von ausserhalb des Rückenmarks gelegenen Ganglien zu geben. Indessen schien mir das bisher Erörterte wichtig genug, um zur Lösung dieser Frage beizutragen. Einmal die Auffindung von Ganglien in nächster Nähe der hintern und unmittelbar am Nervenstamm der vordern Lymphherzen; — dann, in Verbindung damit, die von Eckhard, Schiff und vorzugsweise von Goltz vorgebrachten physiologischen Thatsachen, denen meine Resultate sich ergänzend und erweiternd anreihen: beides spricht mit grosser Evidenz dafür, dass bei den Lymphherzen besondere Ganglienzellen es sind, in denen die nächste Quelle ihrer automatischen Bewegung zu suchen ist. Sind überhaupt Ganglienzellen bei den Lymphherzen vorhanden, so können in jenen beiden Fällen sehr wol dieselben nicht vollständig durch das Ausschneiden entfernt gewesen sein. Dass dieselben nachher mit dem Mikroskop nicht nachgewiesen wurden, spricht natürlich nicht gegen ihre Anwesenheit, zumal wenn man bedenkt, wie schwierig die Auffindung isolirter Ganglienzellen in einem durchfetteten und pigmentirten Bindegewebe, wie das der nächsten Umgebung der Lymphherzen ist, sein muss. Dass sie im eigentlichen Gewebe der Organe selbst nicht vorhanden waren, wird man mir um so lieber glauben, da ich hiermit nur den Ausspruch Volkmann's bestätige.

Ich glaube also als Endergebniss meiner Untersuchungen den Satz hinstellen zu können, dass in der That die Quelle der automatischen Bewegung der Lymphherzen von Rana in Ganglienzellen zu suchen ist, welche in der nächsten Umgebung des Organs gelegen sind. —

Königsberg i. Pr. 31. December 1863.

Erklärung der Tafel VIII.

Ursprung und Ramus abdominalis des Nervus coccygeus in halbschematischer Figur. (Rana esculenta, ca. 2 mal vergrössert.)

M. Unterer Theil des Rückenmarks, durch Wegnahme der Wirbelkörper frei gelegt.

F. t., *F. t.* Filum terminale, umgeben von den Ursprungsfasern des N. coccygeus.

P. i. Plexus ischiadicus. (Der dritte Lendennerv ist an seinem Ursprunge abgeschnitten, um die sensible Wurzel des N. coccygeus deutlicher hervortreten zu lassen.)

A. A. Aorta abdominalis.

A.i. u. $A.i_1$ Arteriae iliacae; bei $A i_1$ sieht man ein feines Fädchen vom N. coccygeus zur Arterie treten.

N. i. Nervus ischiadicus.

L. H. Das Lymphherz. Die deckende Bauchfascie ist entfernt; man sieht das ovale Herz, halb frei, halb bedeckt vom M. levator ani, umgeben von schwarzem Pigment in der dreieckigen Grube liegen. [Das Pigment ist etwas zu reichlich eingezeichnet.] Der betreffende Zweig des N. coccygeus tritt von der medialen Seite zum Lymphherzen heran und verzweigt sich von da aus an demselben.

I. C. M. ileococcygeus.

G. M. Glutaeus medius.

Sy. Symphyse.

L. M. levator ani (ischiococcygeus).

Si. M. sphincter ani.

B. Blase.

R. Rectum.

$S._9$ Neuntes Ganglion des Grenzstrangs, mit zwei Verbindungsfäden zum Plexus ischiad. (öfter sind deren drei).

$S._{10}$ Zehntes Ganglion mit dem ersten Verbindungsfaden zum N. coccygeus.

$S._{11}$ Eilftes Ganglion mit dem zweiten Verbindungsfaden, der sich schlingenförmig an der A. iliaca, resp. Aorta, heraufbiegt.

$N.c._1$ Wurzelfäden des N. coccygeus an der linken Seite (des Thieres) zwei, eine vordere und eine hintere; rechts drei, zwei feine vordere

und eine hintere Wurzel. (Ich vermochte die Fäden nicht so fein zu zeichnen, wie sie im natürlichen Verhalten sind.)

N. c. 2 Erste Anastomose mit dem Plexus ischiadicus.

N. c. 3 Zweite Anastomose mit dem Nervus ischiadicus.

N. c. 4 Dritte Anastomose mit demselben Nerven (schematisch).

N. c. 5 Muskelzweig zum Levator ani.

N. c. 6 Zweige zum Plexus haemorrhoidalis und vesicalis.

Ueber den Nachweis der Gallensäuren mittelst der Pettenkofer'schen Probe und über das Vorkommen dieser Säuren im ikterischen Harn.

Von

Ernst Bischoff, Cand. med.

(Aus dem physiologischen Laboratorium von Professor Voit.)

Ueber die Frage, ob bei Ikterus die Gallensäuren im Harn ausgeschieden werden oder nicht, ist schon ziemlich viel gearbeitet und geschrieben worden, ohne dass man dieselbe als vollkommen erledigt betrachten kann.

Auf der einen Seite behauptete Frerichs, gestützt auf seine in Gemeinschaft mit Staedeler ausgeführten Versuche (Arch. f. Anat. und Physiol. 1856, S. 55, und Klinik der Leberkrankheiten, Bd. I. S. 91 ff.), dass die Gallensäuren nicht in den Harn übergingen, sondern sich im Blute in Gallenfarbstoff umwandelten. Ihm schloss sich zuerst Folwarczny (Zeitschrift d. G. d. Wiener Aerzte 1859, Nr. 15), dann später Neukomm (Annalen der Chemie u. Pharm. Bd. 116, S. 30 und Arch. f. Anat. u. Physiolog. 1860, S. 364) an, da sie nur Spuren von Gallensäuren im ikterischen Harn fanden.

Im Gegensatz dazu hatte Hoppe, indem er sich einer andern Methode als Frerichs bediente, aus 890 C. C. ikterischen Harnes 0,04 Grm. einer Substanz erhalten, die in allen wesentlichen Eigenschaften mit der Choloidinsäure übereinstimmte und diesen Fund in einer vorläufigen Notiz veröffentlicht (Arch. f. path. Anat. 1858, Bd. 13, S. 101).

Kühne wendete die von Hoppe angegebene Methode bei seinen Untersuchungen über den Ikterus an (Arch. f. pathol.

Anat. 1858, Bd. 14, S. 310) und wies damit bei dieser Krankheit im Harn constant Gallensäuren nach. Neuerdings hat Hoppe abermalige Versuche mitgetheilt (Arch. f. path. Anat. 1862, Bd. 24, S. 1 und Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1863, Nr. 22), aus denen hervorgeht, dass im ihterischen Harn noch unveränderte stickstoffhaltige Gallensäuren vorhanden sind.

Ich ward im vergangenen Winter-Semester von Herrn Prof. Voit aufgefordert, zuzusehen, woher diese Widersprüche rühren, und ob sie vielleicht in den zum Nachweise der Gallensäuren im Harn befolgten Methoden ihren Grund haben. Dadurch entstand unter der Anleitung und im Laboratorium desselben die folgende Arbeit, die vielleicht Einiges zur richtigen Auffassung obiger Streitfrage beitragen und auch Anhaltspunkte zum sichern Nachweis der Gallensäuren mittelst der Pettenkofer'schen Probe geben wird.

Ich ergreife hier mit Freuden die Gelegenheit, Herrn Prof. Voit meinen innigen Dank für seine gütige Unterstützung auszusprechen.

Da ich beabsichtigte, mich der von Prof. Pettenkofer angegebenen Reaction zur schliesslichen Erkennung der Gallensäuren zu bedienen, und auch Frerichs, Folwarczny, Neukomm, Kühne und zum Theil Hoppe dieselbe Probe gebraucht hatten, es aber hinlänglich bekannt ist, dass die Genauigkeit dieser Probe bei Anwesenheit von eiweissartigen Stoffen, Fetten, Farbstoffen etc. sehr beeinträchtigt wird, so beschäftigte ich mich zuerst damit, irgend eine Art und Weise zu finden, diese Uebelstände zu vermeiden. Ich theile hier die Erfolge dieser Bemühungen mit.

I.

Untersuchungen über die Pettenkofer'sche Gallensäure-Reaction.

Prof. Pettenkofer (Annalen der Chemie u. Pharm. 1844, Bd. 52, S. 92) hat zuerst gefunden, dass, wenn man zu einer Gallensäuren enthaltenden Flüssigkeit einige Tropfen einer Zuckerlösung und dann allmälig unter Vermeidung allzu grosser Erwärmung concentrirte Schwefelsäure zusetzt, eine rothe Farbe entsteht, die schliesslich ins prachtvollste Violett übergeht.

Schon Pettenkofer hatte wahrgenommen, dass concentrirte Eiweisslösungen eine ähnliche Reaction mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure geben, wie die Gallensäuren. Dann

machten Kunde (Diss. inaug. Berol. 1850) und vorzüglich Max Sigm. Schultze (Annalen der Chemie und Pharm. 1849, Bd. 71, S. 266) auf die Täuschungen aufmerksam, welchen man bei dieser Probe durch die Gegenwart von eiweissartigen Substanzen und Fetten möglicherweise ausgesetzt ist; so geben nach den Erfahrungen von Max Sigm. Schultze Muskelfasern, Kuhmilch, Linsensubstanz, Oele etc. unter den genannten Umständen eine ähnliche rothe Färbung.

Man hat weiterhin auch die Erfahrung gemacht, dass ein Tropfen concentrirter Schwefelsäure, auf die menschliche Haut gebracht, diese alsbald roth oder violett färbt, was noch intensiver und schöner bei Zusatz von Zucker geschieht.

Auch Neukomm (Vierteljahrsschrift der naturf. Ges. in Zürich, 1860, S. 116) hat kürzlich nochmals angegeben, wie ausser Eiweiss namentlich alle ölförmigen und harzähnlichen Substanzen, z. B. die Oelsäure (vor Allen die Ricinusölsäure), sich gegen Zucker und concentrirte Schwefelsäure gerade so wie die Gallensäuren verhalten. Es ist auch längst bekannt, dass vollkommen normaler, mit etwas Zuckerlösung versetzter Harn, wenn man ihn auf concentrirte Schwefelsäure schichtet, an der Berührungsstelle einen violetten Ring zeigt, und beim Umschütteln dann die Flüssigkeit häufig eine violettrothe Farbe annimmt, ohne dass man deshalb die Gegenwart von Gallensäuren für bewiesen hielt.

Man war nach diesen Erfahrungen schon länger zu dem Grundsatz gekommen, vor der Anstellung der Pettenkofer'schen Reaction aufs Sorgfältigste alle eiweissartigen Stoffe und Fette zu entfernen und auch nachher nur dann auf das Vorhandensein von Gallensäuren zu schliessen, wenn bei Anstellung der Reaction das intensivste und schönste Violett eintrat.

Man hat aus diesen Gründen den Angaben von J. G. Fr. Will (Müll. Arch. 1848, S. 502), der beim Beträufeln einzelner Theile von niederen Thieren (vom Flusskrebs, Land- und Süsswasserschnecken, der Teichmuschel) mit Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure diese sich zuerst grün, dann roth oder violett färben sah und dadurch die Gallenorgane jener Thiere bestimmen wollte, keine Beweiskraft zuerkannt. Will sah selbst manchmal die rothe Färbung an Organen, die mit einer Leber sicherlich nichts zu thun hatten; da aber damals das Eintreten der gleichen Reaction bei Eiweiss und Fett weniger studirt war, so nahm er an, es habe sich die Galle in diese Organe hineingezogen; es rötheten sich z. B. bei einem Krebs, der 24 Stunden vorher abgestorben war, die Muskeln des letzten Hinterleibsegments, ja die ganz frischen

Muskeln von Insekten. Schon Max Sigm. Schultze machte darauf aufmerksam, dass in diesen Fällen die Röthung nicht von Gallensäuren, sondern von Albuminaten hervorgerufen worden sei.

Zu einem ähnlichen Ergebniss kam auch Prof. Voit (Zeitschrift f. wiss. Zool. 1860, Bd. 10, Hft. 4). Wenn er feine Schnittchen der Leber der Perlmuschel mit Zuckerlösung und Schwefelsäure befeuchtete, so nahmen diese eine rothe Färbung an, aber ungleich schöner trat dieselbe an den Kiemen, dem Mantel, dem Eierstock, dem Bojanus'schen Organe, der Membran vom Schaalenrand, und vor Allem am Schliessmuskel auf. Wenn er aber 24 Lebern oder 20 ganze getrocknete Muschelthiere mit Weingeist auszog, das Extract zum Trocknen brachte und mit heissem Wasser erschöpfte, so konnte er in der Lösung nie eine Spur von Reaction nach Pettenkofer's Verfahren erhalten. Prof. Voit hat sich deshalb folgendermassen darüber ausgedrückt: „Soll man nun sagen, da die Leber, der Muskel, der Mantel, die Schaalensubstanz etc. durch Zucker und Schwefelsäure roth werden, so müssten sie Gallensäuren enthalten oder eine Leber sein, oder soll man vielmehr sagen, da alle diese Organe die gleiche Reaction geben, so haben noch andere Stoffe als die Gallensäuren die Eigenschaft. mit Zucker und Schwefelsäure diese Färbung anzunehmen? Ich glaube, man muss unbedingt letzteres aussprechen. Ich warne sehr, auf eine Reaction hin das Dasein einer Substanz für erwiesen zu halten und gewagte Schlüsse darauf zu gründen. Das Eiweiss oder das Fett der Muschel ist es, was uns täuscht, denn sobald man diese beiden ausschliesst, ist man nicht mehr im Stande, durch Zucker und Schwefelsäure eine Röthung zu bekommen.“ —

Auf ganz ähnliche Dinge war F. W. Beneke in seinem Buche (Studien über das Vorkommen, die Verbreitung und die Function von Gallenbestandtheilen in den thierischen und pflanzlichen Organismen. Giessen 1862) gestossen. Er hatte ebenfalls bemerkt, dass manche Organe, in denen Niemand Gallenbestandtheile bis jetzt angenommen (z. B. Sehnen, Hornhaut, Knochenknorpel, Krystalllinsensubstanz, Gehirn, Rückenmark, Nerven, reines Fettgewebe, Muskeln, Eidotter, gekochtes Hühnereiweiss, Krebsmasse, Butter etc.), mit Zuckerlösung und Schwefelsäure eine rothe Lösung geben; chemisch reine Oelsäure und sogar reiner Aether gab die Reaction sehr schön; ebenso sah er bei gewissen Verdünnungen am Cholestearin ein ähnliches Farbenspiel, aber nur auf kurze Zeit. Es kam nun wieder zum Entscheid, ob in fast allen Geweben Gallensäuren

vorkommen oder ob noch andere Stoffe des Thierkörpers mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure die gleiche Reaction geben. Beneke fasste nun auf Seite 43 seines Buches die Antwort auf diese Frage, wie früher Prof. Voit, in den Worten zusammen: „Die Pettenkofer'sche Reaction zeigt sich in stärkerem oder geringerem Grade an fast sämmtlichen im Thierkörper vorkommenden Fettsäuren, unter bestimmten Verhältnissen beim Cholestearin, ausgezeichnet bei der Oelsäure, und auch an den Albuminaten; daraus ergibt sich ohne Weiteres, dass diese Reaction keinen Schluss auf die Gegenwart von Gallensäuren zulässt."

Diese Ansicht Beneke's ändert sich aber bei weiterem Verfolgen der Verhältnisse vollkommen. Wenn er die verschiedenen Organe des Thierkörpers (Knorpel, Muskel, Gehirn, Linse, Hornhaut, Eidotter) und auch Theile von Pflanzen mit kaltem Alkohol auszieht und diesen abdampft, so erhält er einen Rückstand von fettartiger Beschaffenheit, der mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure die schönste Gallensäure-Reaction gibt; dieses Extract ist nach ihm ein Gemisch von gewöhnlichen verseifbaren Fetten, Cholestearin, stickstoffhaltigen Verbindungen und unorganischen Bestandtheilen, das in gewissen Quantitäten Wassers vollkommen löslich ist. Das Extract gab nun bei Behandlung mit Wasser Formen, wie das von Virchow beschriebene Myelin; entfernte er aber auch aus dem Extract durch längeres Kochen mit Bleiglätte alle Fettsäuren, so konnte er mit Alkohol doch eine Masse ausziehen, die mit Wasser die schönsten Myelin-Formen bot. In dieser Masse fand sich nun das unverseifbare Cholestearin, und ebenso überall, wo Myelin sich zeigte, so dass er zum Schluss kam, Cholestearin gehöre zur Zusammensetzung des Myelins. Das Cholestearin ist nun in Wasser nicht löslich, aber das Myelin, welches Cholestearin enthalten soll, löst sich nach Beneke in Wasser und ertheilt auch den im Alkoholextract mit ihm verbundenen Fetten die Löslichkeit in Wasser; es muss also nach ihm nothwendiger Weise mit dem Cholestearin im Myelin noch ein Stoff verbunden sein, der das Cholestearin löslich macht. Das Cholestearin ist aber nach Beneke allein in Alkohol, Fetten, Seifen und Gallensäuren löslich; da aber die Fette und Seifen durch die Bleiglätte ganz entfernt waren und die Masse mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure die prächtigste Gallensäure-Reaction gab und ausserdem beim Verbrennen sich Acroleingeruch entwickelte, so musste es gallensaures Lipyloxyd sein, das in Verbindung mit Cholestearin das Myelin

darstellt. Beneke fand nun das Myelin in beinahe allen Stoffen des Thier- und Pflanzenreichs, es haben also nach ihm die Gallensäuren die weiteste Verbreitung.

Wenn es fest stünde, dass die Gallensäuren überall im Thierkörper und auch in Pflanzen vorkämen, so wäre dies von der grössten Bedeutung und die weittragenden Schlussfolgerungen, welche Beneke zieht, hätten ihre volle Berechtigung. Diese Annahme ruht aber auf der schwachen Stütze einer rothen Färbung mit Zucker und Schwefelsäure, von der Beneke selbst weiss, wie trügerisch sie ist; denn eine Anzahl von Substanzen, in denen auch nach Beneke keine Gallensäuren vorhanden sein können, zeigen immer noch das gleiche Verhalten (Aether, völlig ausgekochtes Eiweiss, das mit Weingeist ausgekochte Bleipflaster).

Es kam auch hier, wie beim Nachweis der Gallensäuren im Harn, darauf an, die Umstände, welche die Pettenkofer'sche Probe unzuverlässig machten, zu vermeiden.

Die ursprüngliche Pettenkofer'sche Probe, bei der man zu der Flüssigkeit, welche auf Gallensäuren geprüft werden soll, zuerst ein Paar Tropfen einer Zuckerlösung und dann unter Umschütteln concentrirte Schwefelsäure zusetzt, wurde von Neukomm (a. a. O.) dahin modificirt, dass man einen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit in eine flache Porzellanschale bringt, eine Spur der Zuckerlösung zumischt und nun mit einem Tropfen verdünnter Schwefelsäure (1:4) versetzt. Das Ganze wird nun gemischt, in dünner Schichte ausgebreitet und vorsichtig erwärmt; man bekommt auf diese Weise, da wo die Flüssigkeit abzudunsten anfängt, noch bei der denkbar geringsten Spur von Gallensäuren eine herrliche violette Färbung. Ich kann hinzufügen, dass diese Färbung auch beim Abdunsten auf dem Wasserbad, ja mit reinen Gallensäuren bei Verdampfen unter der Luftpumpe eintritt. Es hat sich nun bei meinen Untersuchungen herausgestellt, dass nur die Gallensäuren und einige Harze mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure diese Reaction geben, während eiweissartige Stoffe und Fette etc. dies nicht thun.

Ich will in der Folge der Einfachheit halber das von Pettenkofer angegebene Verfahren die ursprüngliche Pettenkofer'sche Methode nennen, und das von Neukomm vorgeschlagene die modificirte.

Trockenes Hühnereiweiss wird, wie bekannt, bei Zusatz von concentrirter Schwefelsäure schön violett; durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure nimmt die Lösung eine rothe

Färbung an; bei der Probe mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure tritt dies nicht ein.

Wenn man coagulirtes Hühnereiweiss mit Wasser, dann mit kochendem Alkohol und Aether vollkommen erschöpft, d. h. die Fette und die allenfallsigen Gallensäuren entfernt, so bekommt man mit der concentrirten Schwefelsäure immer noch obige Reaction, mit verdünnter aber nicht.

Oelsäure mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, färbt sich schnell braun oder braungelb; mit Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure behandelt, zeigt sie bei durchfallendem Lichte wie die Gallensäuren eine schöne purpurviolette Farbe, bei auffallendem Lichte eine rothbraune; mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure in einer Porzellanschale erwärmt, sieht man nicht die Spur einer rothen Färbung eintreten.

Buttersäure ändert sich bei Zusatz von concentrirter Schwefelsäure allein nur wenig; Stearinsäure, Palmitinsäure, Bernsteinsäure werden gelblich und dann gelbbraun. Bei dem ursprünglichen Pettenkofer'schen Verfahren erhält man mit diesen Substanzen im durchfallenden Lichte im Reagensglas eine weinrothe, im auffallenden Lichte eine braunrothe Farbe. Die modificirte Probe gibt mit keiner dieser fetten Säuren eine Reaction.

Aehnlich ist das Resultat, wenn man Fett, z. B. reine ausgelassene Butter anwendet. Versetzt man ein kleines Stückchen derselben mit einigen Tropfen concentrirter Schwefelsäure, so färbt sich dasselbe im Anfang gelblich, dann rothbraun und später von den Rändern aus blauviolett. Mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure übergossen, entsteht durch Gelb und Roth gehend eine schön violette Färbung. Mittelst der modificirten Probe erhält man nicht die Spur einer Röthung.

Wenn man ganz reines Cholestearin mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, so erhält man genau wie bei der reinen stickstofffreien Cholsäure bei durchfallendem Lichte eine rothe Lösung mit einem Stich ins Blauviolett, bei auffallendem Lichte erscheint die Lösung gelb oder gelbbraun; sie ist fluorescirend. In alkoholischer Lösung mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure versetzt, färbt sich die Flüssigkeit bald violett, sehr ähnlich wie die Gallensäuren; mit verdünnter Schwefelsäure dagegen erhält man keine Färbung, während mit der Cholsäure in diesem Falle das schönste Violett erscheint. —

Nachdem auf diese Weise an obigen Stoffen dargethan war, dass sie sich gegen die modificirte Pettenkofer'sche Reaction ganz anders verhalten als die Gallensäuren, war die Möglichkeit gegeben, sicher zu entscheiden, ob eine mit Zucker

und concentrirter Schwefelsäure eintretende Färbung von eiweissartigen Substanzen, Fetten etc. herrührt oder nicht. Sehen wir zu, wie sich in dieser Beziehung die nach Beneke Gallensäuren enthaltenden Materien verhalten.

Der zerkleinerte Dotter eines hartgekochten Hühnereies wurde, wie Beneke es that, 24 Stunden lang mit Alkohol bei etwa 20° stehen gelassen, die alkoholische Lösung alsdann filtrirt und mit Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure versetzt. Die Lösung nahm zuerst eine bläulichrothe Färbung an, die allmälig immer intensiver wurde; bei durchfallendem Lichte war die Flüssigkeit schliesslich tief weinroth und beim Schütteln hatte der Schaum einen Stich ins Bläuliche oder Violette. Als ich zum Vergleich dieselbe Probe mit Ochsengalle anstellte, war ich wirklich erstaunt, wie ähnlich im durchfallenden Lichte beide Flüssigkeiten sich verhielten, nur zeigte der Dotterauszug nicht ganz die reine violette Farbe wie die Galle. Bei auffallendem Lichte aber, wenn man die Flüssigkeiten auf eine weisse Unterlage in möglichst gleich dicker Schichte ausgoss, hatte die der Galle immer noch ihr schönes Violett, während die des Dotterauszugs ganz matt und graublau war. Die alkoholische Lösung wurde nun eingedickt und etwas davon mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure im Porzellanschälchen geprüft und nicht die Spur einer Gallensäure-Reaction erhalten, während die ursprüngliche Pettenkofer'sche Probe die schönste Färbung zeigte.

Der Rückstand der Alkohollösung löste sich nie völlig in kaltem oder heissem Wasser auf, es blieb das Ganze stets eine trübe Emulsion, die sich auf keine Weise klar filtriren liess. Ich versuchte nun das in Wasser Unlösliche vom Gelösten zu trennen, indem ich die trübe Flüssigkeit auf in einem Trichter befindliches feines Glaspulver aufgoss und nun möglichst mit kaltem und warmem Wasser auswusch. Der Rückstand auf dem Glaspulver löste sich leicht in Alkohol auf und gab mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure eine rothe Farbe, mit verdünnter Schwefelsäure aber nicht. Das noch trübe, vom Glaspulver abgelaufene Waschwasser wurde etwas eingeengt, hierauf mit kleinen Tröpfchen verdünnter Essigsäure schwach angesäuert und unter beständigem Aufkochen filtrirt, so gelang es endlich ein klares Filtrat zu erhalten, das aber weder mit der ursprünglichen noch der modificirten Pettenkofer'schen Probe eine Reaction zeigte, während die auf dem Filter befindlichen Flocken mit der erstern eine rothe Lösung gaben. Es ergibt sich daraus, dass die bei der Behandlung des alkoholischen Extractes mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure

entstehende rothe oder violette Färbung von einer Substanz herrührt, die nur in Alkohol und nicht in Wasser löslich und die nach dem negativen Resultat der modificirten Pettenkofer'schen Probe sicherlich nicht zu den Gallensäuren zu zählen ist. Bei Beneke's Versuchen löste sich der Rückstand des alkoholischen Extractes in viel kaltem Wasser auf, was leicht möglich ist, wenn der Dotter einige Zeit der Luft ausgesetzt war, wo dann die alkalische Reaction stärker ist, als dies wahrscheinlich bei meinem Versuch der Fall war. Die Reaction mit der concentrirten Schwefelsäure rührt höchst wahrscheinlich von Fetten her. Wenn Beneke das in Wasser aufgenommene Alkoholextract vom Eidotter mit Bleiglätte erwärmte, um die Fettsäuren zu entfernen, und dann den Bleiniederschlag mit viel Alkohol auskochte, so krystallisirte aus der Lösung Cholestearin heraus und die eingedickte Mutterlauge gab noch die intensivste Gallensäure-Reaction. Ich hatte natürlich nicht nöthig, diese Verseifung auszuführen, da nach meinen Beobachtungen das ursprüngliche Extract keine Gallensäuren enthält. Es ist aber zu bemerken, dass auch Cholestearin mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure behandelt eine sehr ähnliche Reaction gibt, wie die Gallensäuren, und dass das fettsaure Bleioxyd keineswegs in viel kochendem Alkohol unlöslich ist.

Ein ähnlicher Versuch wurde mit dem hartgekochten Weissen eines Hühnereies angestellt, das mit der ursprünglichen Pettenkofer'schen Probe die rothe Färbung gab, aber nicht mit der modificirten. Hier löste sich der eingedampfte alkoholische Auszug trotz der darin vorhandenen eiweissartigen und fettigen Bestandtheile leicht und völlig in Wasser auf, was sicherlich von der stark alkalischen Beschaffenheit desselben herrührte. Ich bin überhaupt geneigt anzunehmen, dass auch das sogenannte Myelin in Wasser aufquillt und sich nur dann löst, wenn eine alkalische Reaction vorhanden ist. Wurde die alkalisch reagirende Lösung mit etwas Essigsäure neutralisirt, so entstand ein flockiger Niederschlag, der abfiltrirt mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure versetzt, blass violett wurde, aber mit der verdünnten Schwefelsäure ein negatives Resultat gab.

Wenn man einen weingeistigen Auszug vom menschlichen Gehirn mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, so erhält man eine schön violette Färbung der Lösung, ebenso mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure; die modificirte Probe gibt keine Spur davon. Dampft man die alkoholische Lösung ab und behandelt den Rückstand mit concentrirter Schwefelsäure, so wird er erst orangegelb, dann sehr schön violett; ich brauche

nicht erst zu bemerken, dass die Anwendung der verdünnten Schwefelsäure und der Zuckerlösung ohne Erfolg blieb.

Es ist nach diesen Beispielen, die sich leicht noch vermehren liessen, keinem Zweifel unterworfen, dass von der Gegenwart von Gallensäuren im Ei oder im Gehirn, oder in andern thierischen und auch pflanzlichen Stoffen keine Rede sein kann, da die modificirte Pettenkofer'sche Probe, die mit den Gallensäuren die schönste Reaction gibt; in diesen Stoffen nichts davon nachweisen lässt.

Ich erkenne es übrigens ausdrücklich an, dass Beneke nirgends in seinem Buche mit Bestimmtheit das Vorhandensein der Gallensäuren behauptet, sondern dieselbe ihm nach seinen Untersuchungen nur sehr wahrscheinlich schien. Er hat sich nicht verhehlt, dass die Sache noch der Bestätigung bedürfe. Ich zweifle daher keinen Augenblick, dass Beneke, wenn er sich von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugt hat, die Annahme der Gegenwart von Gallensäuren in den meisten Stoffen im Pflanzen- und Thierreich und die darauf gebauten Hypothesen selbst fallen lassen wird; seine übrigen Beobachtungen bleiben natürlich vollkommen unangetastet stehen.

Es gibt also eine grosse Anzahl von Stoffen, die mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure eine rothe oder blaue oder violette Färbung geben, während wir bis jetzt nur die Gallensäuren mit der verdünnten Schwefelsäure eine solche Farbe annehmen sahen.

Die Ursache aller dieser Färbungen mit der concentrirten Schwefelsäure ist einfach die, dass die concentrirte Säure Zersetzungen einleitet und an Kohlenstoff reichere Producte bildet, die dann die verschiedenen Färbungen zeigen; darum sieht man dieselben auch an den kohlenstoffreichen Fetten so intensiv auftreten. Die verdünnte Schwefelsäure aber bewirkt die Zersetzungen und Färbungen an diesen Stoffen nicht, sondern an im thierischen Organismus vorhandenen Verbindungen nur bei den Gallensäuren. Die meisten organischen Stoffe geben mit concentrirter Schwefelsäure aus diesem Grunde eigenthümliche Färbungen. Bringt man zu einer Zuckerlösung, die mit etwas Weingeist versetzt ist, sehr vorsichtig und allmälig concentrirte Schwefelsäure, so entsteht zuerst eine rothe Färbung, die durch weiteren Zusatz von Schwefelsäure bei durchfallendem Licht tiefroth wird.

Wenn man bei der Verbrennung kohlenstoffreicher Substanzen, z. B. von Koth mit Natronkalk zur Auffangung des Ammoniaks Schwefelsäure vorgelegt hat, so färbt sich dieselbe

durch die sich entwickelnden flüchtigen Kohlenwasserstoffe häufig sehr schön rosa oder roth oder violett.

Leitet man einige Zeit Leuchtgas über mit concentrirter Schwefelsäure befeuchtete Glasperlen, so tritt in derselben eine sehr schön violette Färbung ein, die durch Zusatz eines Tropfens Zuckerlösung noch intensiver wird.

Hieher gehört auch die von Beneke gemachte Beobachtung mit reinem Aether, der sich mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure ebenfalls ähnlich wie die Gallensäuren färbte.

Wenn man eine Harnstofflösung mit Zucker und concentrirter Schwefelsäure etwas erwärmt, so entsteht eine brillante blaue Farbe.

Aehnliche Veränderungen treten auch ein, wenn man reine Gallensäuren mit concentrirter Schwefelsäure behandelt; es entstehen ebenfalls Zersetzungsproducte, die allerlei Färbungen annehmen können. Aus der alkalischen Lösung erhält man dann durch Säuren wieder dieselben rothen, grünen, blauen oder violetten Färbungen, ohne dass man deshalb mit Frerichs annehmen kann, aus den Gallensäuren Gallenfarbstoff erzeugt zu haben. Auf diesen Umstand hat übrigens schon Fel. Hoppe (Arch. f. pathol. Anat. 1862. Bd. 24. S. 11) aufmerksam gemacht.

Es gibt nun noch eine Reihe von Stoffen aus dem Pflanzenreich, welche wie die Gallensäuren schon durch verdünnte Schwefelsäure der Art zerlegt werden, dass sie bei Gegenwart von Zucker die eigenthümlichen Farben geben. Dies sind Harze oder flüchtige Oele, welche zum Theil Kohlenwasserstoffe sind oder nur sehr wenig Sauerstoff enthalten; dahin gehören z. B. Damarharz, Guajakharz, Benzoeharz, Terpentinöl, Spiköl, Kampher.

Alle diese Stoffe geben, mit concentrirter Schwefelsäure versetzt, die prachtvollsten Farben von gelbroth oder violett; ebenso mit Zuckerlösung und concentrirter Schwefelsäure; man erhält aber auch merkwürdiger Weise an denselben, mit Ausnahme von Guajakharz, bei Anwendung von Zuckerlösung und verdünnter Schwefelsäure ähnliche Farbenerscheinungen wie mit den Gallensäuren. Das Verhalten derselben bei der letztern Probe ist aber doch verschieden von dem der Gallensäuren. Während man von den letzteren nur eine Spur bedarf, um mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure die charakteristische Färbung zu erhalten und diese durch längeres gelindes Erwärmen nicht leicht zerstört wird und einem Tropfen Wasser dieselbe Färbung ertheilt, ist dies bei obigen flüchtigen Oelen und Harzen anders. Man braucht erstens von denselben ver-

hältnissmässig ziemlich viel zum Eintreten der Färbung; die blaue oder violette Farbe ist dann sehr vergänglich und geht beim weitern Erwärmen sehr schnell in Schwarz über; endlich wird, wenn man nach dem Erwärmen etwas Wasser aufgiesst, dieses nicht roth oder blau gefärbt, sondern fliesst wie von Fett ab.

Obgleich diese Unterschiede ziemlich charakteristisch sind, so kann ich doch nicht umhin, auf die grosse Aehnlichkeit der Gallensäuren und namentlich der Cholsäure, die man ihres übrigen Verhaltens wegen schon immer als Gallenharze bezeichnete, mit den Harzen und flüchtigen Oelen aufmerksam zu machen. Namentlich ist das gleiche Verhalten gegen concentrirte Schwefelsäure auffallend; es entsteht damit eine Reihe der herrlichsten Farbentöne. Bringt man zu einer alkoholischen Lösung von Guajakharz concentrirte Schwefelsäure, so erscheint erst eine dunkelviolette Farbe, die an einigen Stellen beim Umhergiessen auf einer flachen Porzellanschale blaue und grüne Flecken zeigt, und bei weiterem Säurezusatz in das prachtvollste Violett übergeht. Giesst man etwas Alhohol zu, so wird die ganze Flüssigkeit schön saftgrün; beim Verdampfen bleibt eine blaue Masse zurück. Aehnlich verhalten sich auch Benzoeharz, Terpentinöl etc., nur werden diese meist nicht violett, sondern es herrschen die gelbrothen oder rothen Farben vor. Dies sind ganz die gleichen Erscheinungen, wie wir sie beim Behandeln der Cholsäure mit concentrirter Schwefelsäure wahrnehmen.

Es entstehen nun bei der Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf eiweissartige und fettige Stoffe entweder Chromogene oder was nicht vollkommen undenkbar ist, Cholsäure, die dann nachher bei weiterer Zersetzung die violette Farbe annimmt.

Ich habe einige Versuche hierüber gemacht, ohne aber zu einem entscheidenden Resultate gekommen zu sein. Ich habe zuerst Hühnereiweiss mit übermangansaurem Kali behandelt, genau so wie es B e c h a m p zur Darstellung des Harnstoffes aus Eiweiss angegeben hat; ich habe mich ebenfalls überzeugt, dass man auf diese Weise keinen Harnstoff erhält, aber auch, dass im Rückstand kein Stoff ist, der mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure die Gallensäure-Reaction gäbe.

Ich versuchte nun die Zersetzung des Eiweisses mit concentrirter Schwefelsäure. Das Weisse von zwei Hühnereiern wurde zerkleinert und allmälig mit concentrirter Schwefelsäure übergossen, und die zu starke Erhitzung der nach und nach sehr schön violett werdenden Flüssigkeit dadurch möglichst

vermieden, dass man das Gefäss in kaltes Wasser stellte. Die einzelnen Eiweissstückchen schrumpften dabei sehr zusammen, wurden durchsichtig wie gekochter Sago und erschienen zuletzt zu einer violetten Flüssigkeit aufgelöst. Bei dem ganzen Process entwickelte sich ziemlich viel schweflige Säure. Nach 20 Minuten wurde zur Flüssigkeit Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction zugefügt und vom überschüssigem Kalk und Gyps abfiltrirt. In das farblose (nicht mehr violett gefärbte) Filtrat wurde zur Umwandlung des Kalkhydrats in kohlensauren Kalk, Kohlensäure eingeleitet und dann das Ganze abgedampft. Der Rückstand wurde nun mit Alkohol ausgezogen; die alkoholische Lösung abermals verdampft und mit dem in etwas Wasser aufgenommenen Rest die modificirte Gallensäureprobe gemacht, mit der ich zu meinem grossen Erstaunen eine schön violette Färbung erhielt.

Ich wage natürlich auf diesen Versuch hin nicht auszusprechen, dass ich durch Behandlung von Eiweiss mit concentrirter Schwefelsäure in der Kälte wirklich Cholsäure dargestellt habe, und also die durch Zucker und concentrirte Schwefelsäure an eiweissartigen oder fettigen Substanzen entstehende Färbung von einer Bildung von Cholsäure herrühre. Ich sage nur, dass ich bei dieser Behandlung einen Stoff erhielt, welcher schon mit verdünnter Schwefelsäure und Zuckerlösung eine rothe Färbung gab, was nach meinen jetzigen Erfahrungen nur die Gallensäuren und einige im Thierkörper nicht vorkommende Harze und flüchtige Oele thun.

Nachdem wir auf diese Weise gelernt haben, wie man sich bei Prüfung auf Gallensäuren mittelst der modificirten Pettenkofer'schen Probe vor Täuschungen sicher stellen kann, können wir diese Probe anwenden, um im ikterischen Harn die Gegenwart von Gallensäuren zu erkennen.

II.

Untersuchungen über die Gegenwart der Gallensäuren im Harn bei Ikterus.

Ich habe die beiden bis jetzt gebräuchlichen Methoden zur Darstellung der Gallensäuren aus ikterischem Harn in verschiedenen Fällen zu gleicher Zeit angewendet. Die von Frerichs und Staedeler angegebene und auch von Neukomm befolgte Methode besteht bekanntlich darin, dass man den ab-

gedampften Harn mit Weingeist extrahirt, die Lösung verdunstet, wieder in Wasser aufnimmt und nun mit Bleiessig die Gallensäuren ausfällt; der trockene Niederschlag wird dann mit heissem Alkohol erschöpft und die Lösung nach Zusatz von kohlensaurem Natron zur Trockne gebracht und mit starkem Alkohol ausgezogen, in dem sich das gallensaure Natron löst; mit dem Rückstand der Lösung kann man die Pettenkofer'sche Probe vornehmen.

Nach der Hoppe'schen Methode, mit der zuerst die Gallensäuren im ikterischen Harn nachgewiesen wurden, fällt man den Harn mit Kalkmilch aus, verdampft das Filtrat und kocht dann den Rückstand mit Salzsäure, um die gepaarten Gallensäuren in Choloidinsäure zu verwandeln; es wird zur Syrupsconsistenz verdunstet, dann viel Wasser zugesetzt und die schmierige Masse, die zum Theil aus Choloidinsäure besteht, auf einem Filter gesammelt und mit Wasser ausgewaschen; der Rückstand wird mit Alkohol behandelt, die Lösung mit Blutkohle entfärbt und das Filtrat zur Trockne verdunstet; der Rückstand wird nun mit Zucker und Schwefelsäure geprüft.

Neukomm hat beim Vergleich der Genauigkeit beider Methoden gefunden, dass man durch die Fällung mit Blei noch geringere Mengen von Gallensäuren nachweisen kann. Ich habe zu zwei Portionen Harn (je 1000 C. C.) je 1 C. C. frischer Ochsengalle zugesetzt, aber weder mit dem Verfahren von Frerichs noch mit dem von Hoppe dieselbe wieder aufzufinden vermocht. Ich wiederholte den Versuch mit 2 C. C. Galle und erhielt hier bei der Fällung mit Salzsäure keine Gallenreaction, bei der Fällung mit Blei dagegen war sie vollkommen deutlich.

Ich möchte nach diesen Versuchen daher die Fällung der Gallensäuren mit Blei für besser halten; zudem schien mir dies Verfahren einfacher, während ich beim Hoppe'schen Verfahren immer Mühe hatte, das Alkoholextract durch Blutkohle gehörig zu entfärben und durch zu langes Kochen mit Salzsäure leicht ein Theil der Choloidinsäure in Dyslysin übergehen kann, und dies dann eigens zu behandeln ist. Es war mir daher sehr auffallend, dass Frerichs, Folwarczny und früher auch Hoppe mit der ersteren Methode bei Ikterus ein negatives Resultat erhalten haben und Neukomm nur Spuren von Gallensäuren gefunden hat, während mit der Hoppe'schen Methode der Nachweis ganz unzweifelhaft in vielen Fällen gelang. Ich habe aus diesem Grunde mich grösstentheils der ersten Methode bedient, um zu zeigen, dass man auch mit ihr

die Gallensäuren im Harn entdecken kann. Ich ersehe soeben aus Hoppe's Mittheilung im medic. Centralblatt (a. a. O.), dass er jetzt auch das gleiche Verfahren anwendet und damit unveränderte Gallensäuren aus ikterischem Harn darstellt.

Ich hatte die Gelegenheit, den Harn bei fünf Fällen von Ikterus zu untersuchen, von denen vier durch Katarrh der Gallenwege und einer durch Leberkrebs entstanden war. Das Material kam theils aus der v. Pfeuffer'schen Klinik, theils von einem Fall eines sehr intensiven katarrhalischen Ikterus ausserhalb des Spitals, wobei ich mehrere Male mit Sicherheit den Harn von 24 Stunden erhalten konnte.

Es war nun in allen fünf Fällen zu wiederholten Malen möglich, durch die Staedeler'sche Methode Gallensäuren, d. h. Cholsäure, im Harn mit aller Bestimmtheit nachzuweisen; am intensivsten trat die Reaction ein bei der durch Leberkrebs erzeugten Gelbsucht und bei einem Fall, bei dem durch eine Exacerbation sehr heftige Symptome hervorgerufen wurden.

Bei dem Kranken mit der Leberdegeneration wurde der Harn von 48 Stunden = 1380 C. C. in Untersuchung genommen. Der Harn war dunkelbraun, trübe durch harnsaure Sedimente und von einem widerlichen Geruch. Der abgedampfte Harn gab mit Zucker und verdünnter Schwefelsäure erwärmt bereits eine deutliche Gallensäure-Reaction. Der Rückstand war nicht wie gewöhnlich krystallinisch, sondern stellte eine schmierige braune Masse dar, die in Wasser leicht löslich war. Nach der Behandlung des Bleiniederschlages mit kohlensaurem Natron und Extrahiren mit Alkohol, blieb beim Verdampfen des letzteren eine ziemliche Menge einer rothgelb gefärbten Masse zurück, von der die geringste Spur die prächtigste Gallensäure-Reaction zeigte.

Ebenso intensiv stellte sich die Reaction bei dem Fall von sehr hartnäckigem Gastroduodenalkatarrh ein, an dem die später zu besprechenden Resultate fast ausschliesslich gewonnen wurden.

Wenn man den die Gallensäure-Reaction gebenden schmierigen Rückstand längere Zeit mit Salzsäure kocht, um die Cholsäure in Choloidinsäure überzuführen, so scheidet sich eine harzartige Masse ab, die im Wasser unlöslich, in Alkohol löslich ist, beim Erwärmen fadenziehend wird und durchs Erkalten wieder erstarrt; mit der modificirten Pettenkofer'schen Probe gab die Lösung dieser Masse in Alkali eine sehr schöne violette Färbung, sie verhielt sich also wie Choloidinsäure.

Ich habe endlich, um vollkommen sicher zu gehen, alle bekannteren im Harne vorkommenden Stoffe mit Zuckerlösung und verdünnter Schwefelsäure, aber stets mit negativem Erfolge geprüft; auch aus Chloroformlösung krystallisirter Gallenfarbstoff gab damit keine rothe Färbung.

Ich hielt es für wichtig wenigstens einen Versuch zu machen, annähernd die beim Ikterus im 24stündigen Harn ausgeschiedene Gallensäuremenge zu bestimmen. Ich habe zu dem Zweck den Alkoholauszug der durch kohlensaures Natron zerlegten Bleiverbindung in einem Porzellanschälchen gesammelt, genau getrocknet und gewogen. In demselben waren die Gallensäuren an Natron gebunden und dann wahrscheinlich noch andere organische Stoffe enthalten. Durch Einäschern in der Muffel wurde die Menge der organischen Stoffe bestimmt.

Ich fand so im ikterischen Harn bei einer Harnmenge von 975 C. C. in 24 Stunden 0,34 Grm. = 0,04 % organische Substanz; bei einem andern ikterischen Harn erhielt ich 0,05 %. Herr H. Lossen bestimmte, ebenfalls im Laboratorium von Prof. Voit, bei einem weniger intensiven Ikterus auf diese Weise die grösste Menge der Gallensäuren im Harn von 24 Stunden (710 C. C. Harn) zu 0,11 Grm. = 0,02 %.

Es werden nach diesen Bestimmungen höchstens 0,34 Grm. Gallensäuren im Harn bei Ikterus täglich entleert. Ich hatte diese Analysen schon gemacht, ehe ich die Abhandlung von Hoppe, in der er beweist, dass beim Ikterus noch stickstoffhaltige Gallensäuren im Harn vorhanden sind, und seinen Versuch, die Menge der Gallensäuren in gleichem Falle zu bestimmen, zu Gesicht erhielt (Arch. f. pathol. Anat. 1862, Bd. 24, S. 79), wobei 0,03 % Cholsäure nach der optischen Bestimmung bei einem sehr intensiven Ikterus gefunden wurden. Durch meine Methode war wohl nicht der Grad der Genauigkeit zu erreichen, wie mit der von Hoppe eingehaltenen, sie soll nur eine annähernde Zahl geben. Dass dieselbe aber nicht weit von der Wahrheit entfernt ist, zeigt die Uebereinstimmung mit der von Hoppe gefundenen, denn wenn in unserm ebenfalls sehr heftigen Falle der Harn auch 0,03 % Gallensäuren oder Cholonsäure enthalten hätte, so wären in den 975 C. C. Harn im Tag 0,29 Grm. entleert worden. Man könnte also demnach 0,3 Grm. als das Maximum der im Ikterus durch den Harn ausgeschiedenen Gallensäurenmengen betrachten.

Wir wissen über die Quantität der täglich von einem gesunden Menschen secernirten Galle nichts Bestimmtes. Doch wird man immerhin mit ziemlicher Gewissheit eine Zahl angeben können, unter die herab die Ausscheidungsgrösse beim

Menschen unter normalen Verhältnissen und bei gewöhnlicher Ernährungsweise nicht sinken wird. Bidder und Schmidt haben im Mittel auf 1 Kilogramm Körpergewicht von Hunden und Katzen täglich 0,9 Grm. feste Galle gefunden, ein Mensch von 60 Kilogramm würde demnach etwa 54 Grm. feste Galle entleeren. Diese Zahl ist jedenfalls zu hoch, da die Rechnung auf Kilogrammgewichte Fehler in sich einschliesst; bei einem nochmal so schweren Organismus sind nämlich die Se- und Exkrete nicht nochmal so gross, sondern immer geringer. Der Bidder- und Schmidt'schen Rechnung ist nun die Beobachtung bei etwa 5 Kilogramme schweren Thieren zu Grunde gelegt, daher die Zahl 54 Grm. für den Menschen zu hoch ist.

Bei Untersuchungen über die Gallenausscheidung unter den verschiedensten Nahrungsverhältnissen wurden von meinem Vater und Herrn Prof. Voit an einem 20—22 Kilogramm schweren Gallenfistelhund 4—12 Grm. feste Galle in 24 Stunden gefunden; wollte man dies auf einen 60 Kilogramm schweren Menschen übertragen, so würde dieser 11—34 Grm. feste Galle im Tag entleeren. Die mittlere Menge der trockenen Hundegalle bei hinreichender Nahrung betrug 9 Grm., also würde man demnach für den Menschen 28 Grm. feste Galle berechnen.

Hält man sich, was jedenfalls rationeller ist, nach dem Vorgang von Ludwig (Lehrbuch der Physiologie Bd. 2, S. 328) an das Lebergewicht, so findet sich Folgendes. Die Leber des betreffenden Hundes wog 777 Grm.; die Leber eines Hingerichteten nach meiner Wiegung (Zeitschrift f. rat. Med. 3. R. Bd. 20. 1863) 1598 Grm.; es würden dann beim Menschen im Mittel 20 Grm. feste Galle in 34 Stunden abgesondert.

Herr Prof. Voit hat vorgeschlagen, noch auf eine andere Weise weitere Aufschlüsse zu gewinnen. Es hat sich bei den oben angeführten Untersuchungen herausgestellt, dass ein Hund beim Hunger 4 Grm., bei der grössten Nahrungszufuhr 12 Grm. feste Galle im Tag bildet; die mittlere Menge bei ausreichender Nahrungszufuhr betrug 9 Grm. — Die Respirations-Versuche der Prof. Pettenkofer und Voit ergeben nun ganz die gleichen Schwankungen für die Kohlenstoffausscheidung durch Haut und Lungen beim Hunde, nämlich beim Hunger 78 Grm., bei der reichlichsten Nahrungszufuhr 220 Grm., die mittlere Menge bei zureichender Nahrung beläuft sich auf etwa 160 Grm. Kohlenstoff. Es ist auf den ersten Blick ersichtlich, dass die Gallenausscheidung steigt und fällt mit der Menge des durch die Athmung entfernten Kohlenstoffs. Bei

Fütterung mit 1600 Grm. Fleisch fanden sich im Tag 12 Grm. feste Galle; bei der gleichen Nahrung werden 150 Grm. Kohlenstoff exspirirt. — Nach den Beobachtungen von Dr. J. Ranke scheidet ein ausgewachsener Mensch bei gewöhnlicher Diät im Tag 210 Grm. Kohlenstoff durch Haut und Lungen aus; daraus würden sich also 17 Grm. trockene Galle berechnen.

Bleiben wir, um ja nicht zu hoch zu greifen, von den eben auf verschiedene Weise abgeleiteten 3 Zahlen 21 und 20 und 17 Grm. bei der niedersten stehen, so hätten wir also für den Menschen im Tag mindestens 17 Grm. trockene Galle anzunehmen.

In 17 Grm. fester Menschengalle berechnen sich aber nach den Analysen von Gorup-Besanez (Zoochem. Analyse S. 359) 12 Grm. glycocholsaures und taurocholsaures Natron = 11 Grm. Gallensäuren, während im ikterischen Harn nur 0,3 Grm. Gallensäuren, d. i. 0,5 Grm. fester Galle entsprechend, also der 34ste Theil der normal gebildeten festen Galle gefunden werden.

Dieser Unterschied ist so bedeutend, dass er, wenn auch die Zahlen nur annähernde sind, bestimmte Schlüsse zulässt. Entweder verbrennt nämlich beim Ikterus der grösste Theil der ins Blut gelangenden Gallensäuren, oder es wird viel weniger Galle dabei gebildet.

Es ist allerdings wahrscheinlich, dass unter den abnormen Verhältnissen beim Ikterus weniger Galle in der Leber gebildet wird, es scheint mir aber sehr unwahrscheinlich, dass dabei nur der 34ste Theil von der im gesunden Zustande entstehen sollte. Sobald aber mehr gebildet wird, muss ein Theil davon im Blute verbrennen, wenn sie sich nicht in Menge in den Organen anhäufen soll, was aber nicht stattfindet, wenigstens war ich nicht im Stande bei dem intensiven durch Leberkrebs erzeugten Fall von Ikterus im Blute, im Muskel, dem Gehirn und der Cerebrospinal-Flüssigkeit Gallensäuren nachzuweisen. Mag die Sache sich aber auf die eine oder die andere Weise verhalten, immer ist sie von grossem Interesse.

Auch im gesunden Zustande wird stets ein Theil der in den Darm ergossenen Gallensäuren ins Blut aufgenommen und dort verbrannt, wie viele Beobachtungen beweisen.

Ich gehe auf die weitere Darlegung dieser Verhältnisse nicht näher ein, weil Herr Prof. Voit demnächst ausgedehntere Beobachtungen hierüber publiciren wird; ich will hier nur die Menge der im Tag bei einem Menschen in den Darm ergossenen Galle mit der im Koth entleerten vergleichen. Ich habe durch Abgrenzen mit Preisselbeeren die Menge des viertägigen Kothes eines gesunden Menschen genau gesammelt und

bei 100° getrocknet; dieselbe betrug 175,5 Grm., also im Tag 43,6 Grm.

Wenn bei diesen 43,6 Grm. 17 Grm., d. i. beinahe die Hälfte feste Galle gewesen wäre, so hätte man dieselbe in grösster Menge daraus erhalten müssen, dies war aber nicht der Fall.

Ich habe zwei Proben (je 18 Grm. trocknen Koths) mit kochendem Weingeist völlig erschöpft; in den Auszug sind die im Koth befindlichen unveränderten Gallensäuren, die Cholsäure und die Choloidinsäure übergegangen. Um diese zu trennen, verfuhr ich ähnlich wie Kühne es that; ich habe das alkoholische Extract abgedampft und den Rückstand mit Aether behandelt, der die Fette und die Cholsäure auflöst. Die ätherische Lösung wird verdunstet und die zurückbleibende schmierige Masse mit Wasser längere Zeit gekocht, bis sich die Fette in Tropfen abscheiden und leicht abfiltrirt werden können. In dem Wasser (Nr. 1) befand sich dann die Cholsäure. In dem in Aether unlöslichen Theil waren die Choloidinsäure und die unveränderten Gallensäuren zurückgeblieben; dieser schwach sauer reagirende Rückstand wurde mit etwas Essigsäure versetzt und mit kochendem Wasser behandelt, das den grössten Theil (die unveränderten Gallensäuren Nr. 3) aufnahm und die Choloidinsäure (Nr. 2) ungelöst zurückliess.

In dem Rückstand nach der weingeistigen Extraction konnte aber noch Dyslysin vorhanden sein; ich habe denselben daher mit viel Aether behandelt, in dem das Dyslysin löslich ist. Es ging eine eigenthümlich riechende grünliche fettige Masse über, die trotz längerem Kochen mit alkoholischer Kalilauge keine Spur von Gallensäure-Reaction gab.

Ich erhielt so für den Tag im Mittel aus diesen zwei Bestimmungen für den Auszug Nr. 1, der die Cholsäure enthielt, 0,4 Grm. = 1 %; für den Nr. 2 mit der Choloidinsäure 1,4 Grm. = 3,3 %; und für den Nr. 3 mit den unveränderten Gallensäuren 3,6 Grm. = 9,0 %.

Herr H. Lossen bestimmte in einem andern Koth vom Menschen auf ähnliche Weise:

	im Tag		
Alkoholauszug	10,7 Grm.	=	24,7 %
unveränderte Gallensäuren (Nr. 3)	4,5 „	=	10,4 %
Choloidinsäure (Nr. 2)	0,4 „	=	1,0 %
Cholsäure (Nr. 1)	0,3 „	=	0,8 %.

Nr. 1 gab mit der modificirten Pettenkofer'schen Probe eine Färbung, die entschieden von Galle herrührte, aber in wenig intensivem Grade. — Nr. 2 gab eine sehr deutliche und schöne

Reaction, während in Nr. 3 dieselbe wohl vorhanden, aber nicht sehr stark war. Wir können daher im höchsten Fall annehmen, dass der Auszug Nr. 2 ganz aus Choloidinsäure bestand, in Nr. 1 und 2 waren jedenfalls nur Spuren von Gallenbestandtheilen vorhanden. Aber gesetzt den Fall, die Auszüge hätten ganz aus Gallenderivaten bestanden, so hätten dieselben für den Tag 5 Grm. fester Galle entsprochen; diese Zahl ist aber auf jeden Fall zu hoch gegriffen.

Wenn nun im Minimum beim normalen Menschen in 24 Stunden 17 Grm. feste Galle abgesondert, im Maximum aber nur 5 Grm. mit dem Koth nach Aussen treten, so müssen mindestens 12 Grm. feste Galle = 8 Grm. Gallensäuren ins Blut aufgenommen und dort, weil man normal keine Gallensäuren im Harn findet, zerstört werden.

Bei der Betrachtung der Verhältnisse im Ikterus haben wir die Frage offen gelassen, ob bei dieser Krankheit ein überwiegend grosser Theil der Gallensäuren im Blute verbrennt, oder ob dabei nur der 34ste Theil der normalen Gallenmenge gebildet wird. Auf diese Frage lässt sich jetzt eine Antwort ertheilen.

Da bei der Gelbsucht mit Sicherheit Gallensäuren im Harn sich finden, unter gesunden Verhältnissen aber nicht, so bleibt nichts anders übrig, als anzunehmen, dass entweder die Gallensäuren nicht im Blute verbrennen können, und also normal nicht in dasselbe eintreten, oder dass im Ikterus mehr Galle ins Blut kommt als dort verbrennen kann. Wir sind aber zur Ueberzeugung gelangt, dass in gesunden Tagen der grösste Theil der Galle nach der Wiederaufnahme aus dem Darm im Körper dem Zerfall unterliegt, d. h. dass die Gallensäuren im Blute weiter oxydirt werden; es müssen also bei Ikterus mehr Gallensäuren ins Blut eintreten als zerstört werden können, und zwar in grösserer Menge als unter den normalen Umständen, wenn nicht die Oxydationen im Blute durch die Gallensäuren sehr herabgedrückt sind, wovon wir aber an den übrigen Zersetzungserscheinungen nichts wahrnehmen. Nach diesen Auseinandersetzungen kann beim Ikterus nicht viel weniger Galle in der Leber entstehen als normal und von dieser geht nur der geringste Antheil als unzerstörbar in den Harn über, der grösste zersetzt sich im Körper. Deshalb wurden meistentheils früher keine Gallensäuren im Harn gefunden, und es bedurfte sehr scharfer Methoden, um sie überhaupt nachzuweisen. Wie ganz anders wäre es gewesen, wenn die Ausscheidung irgend bedeutend wäre, wenn z. B. 2 Grm. feste Galle in den Harn übergehen würden. Es handelt sich nicht darum, Spuren von Gallensäuren überhaupt

nachzuweisen, sondern aus den quantitativen Verhältnissen den Werth des ganzen Vorgangs festzustellen und dieser ist allen Angaben nach höchst unbedeutend.

Es ist offenbar im Blute eine gewisse Grenze für die Verbrennung der Gallensäuren gesteckt, die nicht überschritten werden darf. Der Antheil der Galle, der im Normalzustande im Darm resorbirt wird, kann noch ganz verbrannt werden, beim Ikterus scheint diese Grenze etwas überschritten zu sein, denn es tritt ein Theil der Galle unverändert durch den Harn aus. Beim Ikterus wird die ganze Gallenmenge ins Blut aufgenommen, vom Darm aus aber normal nach meinen Untersuchungen nur die Hälfte. Diese grössere Menge beim Ikterus kann in den meisten Fällen nicht mehr so rasch verbrennen, daher ein Theil unzersetzt in den Harn übergeht, und sich auch andere Wirkungen zeigen, z. B. die Ausziehung des Blutroths und dessen Umwandlung in Gallenfarbstoff (Kühne) und die Verlangsamung der Pulsfrequenz, welche Erscheinungen normal nicht vorhanden sind. Armin Röhrig (Ueber den Einfluss der Galle auf die Herzthätigkeit, Diss. inaug. 1863) hat durch eine Reihe von Experimenten festgestellt, dass die schon früher bei Ikterus beobachtete Verlangsamung der Pulsfrequenz von einer Wirkung der Cholsäure auf die Centralapparate im Herz herrührt, und er hat schon daraus geschlossen, dass die Galle normal vom Darm aus in geringerer Quantität ins Blut aufgenommen wird, als bei der Resorption von der Leber. Es wäre nicht undenkbar, dass eine Unwegsamkeit der Gallengänge ohne ikterische Erscheinungen verlaufen könnte, wenigstens beschrieben Kölliker und Müller (Bericht im Jahre 18$^{53}/_{54}$, Verhandl. d. Würzb. phys. med. Ges. 1854, Bd. 5, S. 224) zwei Fälle an Gallenblasenfistelhunden, wo aus der Fistelöffnung längere Zeit keine Galle mehr austrat, ohne dass ikterische oder andere krankhafte Erscheinungen beobachtet worden wären oder der Ductus choledochus sich wieder hergestellt hätte; hier muss alle Galle im Körper verbrannt worden sein.

Meinen Schlüssen stehen scheinbar nur die Angaben von Kühne entgegen, der die Möglichkeit der Verbrennung der Gallensäuren im Blute leugnet, weil sie im Ikterus und nach Einspritzungen von gallensauren Salzen ins Blut im Harn sich finden. Hoppe hat zwar (a. a. O. S. 9) gesagt: „dass ein Theil der Gallensäuren im Blute zersetzt werde, hat weder Kühne geleugnet, noch sehe ich einen Grund dazu.“ Aber an zwei Stellen seiner Abhandlung, S. 324 und 352, spricht sich, meiner Meinung nach, Kühne ganz deutlich dahin aus,

dass die Gallensäuren im Blute keine Zersetzung erleiden. Nach meinen Beobachtungen erleiden sie Zersetzungen im Blute, denn es geht beim Ikterus nur der kleinste Theil der gebildeten Gallensäuren in den Harn über, und was den Erfolg der Injectionen betrifft, so ist dieser kein Beweis für die Nichtzersetzung, so wenig als der Uebergang von Zucker in den Harn nach Injectionen von Zuckerlösungen ins Blut ein Beweis für die Unverbrennlichkeit des Zuckers im Körper ist; denn nach den Untersuchungen meines Vaters und Prof. Voit's können Hunde bis zu 350 Grm. Zucker im Tag ins Blut aufnehmen, ohne dass davon etwas in den Harn übergeht. Wenn man Injectionen von Stoffen ins Blut macht, so hat man ganz andere Verhältnisse, als wenn dieselben vom Darm oder von irgend einem Organe im Körper resorbirt werden. Nach der Injection befindet sich die ganze Menge des Stoffes auf einmal im Blute und wird eher den Ausscheidungsorganen zugeführt, als sie Veränderungen unterliegen kann, während bei der Resorption (vom Darm oder der Leber aus) die Galle, welche ohnedies nur in geringer Menge in der Zeiteinheit gebildet wird, immer nur in Spuren übergeht, die dann leicht verbrennen können.

Die schönen Untersuchungen von Kühne haben schon zur Genüge die Ansicht von Frerichs, dass die Gallensäuren beim Ikterus im Harn nicht gefunden werden, weil sie in Gallenfarbstoff übergehen, widerlegt. Wenn, wie es sich herausstellt, für gewöhnlich ein grosser Theil der in den Darm ergossenen Galle wieder resorbirt wird, so müsste man, wenn Frerichs Recht hätte, unter allen Umständen nahezu soviel Gallenfarbstoff im Harn haben, als bei der Gelbsucht; denn es liesse sich nicht einsehen, warum nur beim Ikterus diese Verwandlung der Gallensäuren in Gallenfarbstoff stattfinden sollte. —

Ich habe schliesslich noch auf einige andere Bestandtheile im ikterischen Harne Rücksicht genommen, nämlich auf Glycin, Taurin und Harnsäure. Kühne hat schon im Harn Ikterischer nach Glycin und Taurin gesucht, aber mit negativem Erfolg; ich habe nach dem gleichen Verfahren wie Kühne (a. a. O. S. 322) die von der rohen Choloidinsäure ablaufende Lösung, nachdem der Harn nach Hoppe's Methode mit Salzsäure gekocht worden, auf Glycin und Taurin geprüft, aber mich auch nicht von dem Vorhandensein derselben überzeugen können.

Wenn man zu bestimmen versucht, wieviel Taurin in der Galle im Tag entleert wird, so sieht man, dass die Menge desselben nicht sehr bedeutend ist.

Ich habe Galle aus der Gallenblase von möglichst frischen menschlichen Leichen mit Alkohol versetzt, die alkoholische Lösung vollkommen zur Trockne gebracht und im Rückstand den Schwefelgehalt bestimmt, indem ich abgewogene Mengen im Silbertiegel mit Kali und Salpeter zusammenschmolz und in der Lösung die Schwefelsäure mit Chlorbaryum fällte.

1. a) 2,4742 Grm. trockene Galle gaben:
0,3200 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,1098 „ Schwefelsäure =
0,0439 „ Schwefel = 1,77 % Schwefel.

b) 2,3050 Grm. derselben trockneu Galle gaben:
0,3007 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,1032 „ Schwefelsäure =
0,0413 „ Schwefel = 1,79 % Schwefel.

Herr H. Lossen hat noch eine Anzahl Bestimmungen der Art gemacht.

2) 3,1732 Grm. trockne Galle gaben:
0,1911 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,0655 „ Schwefelsäure =
0,0262 „ Schwefel = 0,83 % Schwefel.

3) 1,0594 Grm. trockne Galle gaben:
0,2315 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,0794 „ Schwefelsäure =
0,0317 „ Schwefel = 2,99 % Schwefel.

4) 3,8756 Grm. trockne Galle gaben:
0,3366 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,1150 „ Schwefelsäure =
0,0460 „ Schwefel = 1,12 % Schwefel.

5) 1,2108 Grm. trockne Galle gaben:
0,1049 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,0360 „ Schwefelsäure =
0,0144 „ Schwefel = 1,19 % Schwefel.

6) 0,8143 Grm. trockne Galle gaben:
0,0521 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,0177 „ Schwefelsäure =
0,0071 „ Schwefel = 0,87 % Schwefel.

Es ist schwer zu sagen, woher diese Verschiedenheiten in der Schwefelmenge der menschlichen Galle rühren; die Schwefelmenge ist aber jedenfalls gering, und es wiegt also in der Menschengalle die Glycocholsäure über die Taurocholsäure vor. Im Mittel sind nach diesen Analysen etwa 1,5 % Schwefel in der Galle enthalten. Es befinden sich also in den 17 Grm. trockner

Galle, welche im Tag wenigstens gebildet werden, 0,3 Grm. Schwefel, die in 1,2 Grm. Taurin enthalten sind. Wären diese 1,2 Grm. Taurin im Harn vorhanden gewesen, so hätten sie mir unmöglich entgehen können; es wies dies daher darauf hin, dass das Taurin bei Ikterus im Blute entweder vollkommen oxydirt wird und sein Schwefel als Schwefelsäure im Harn erscheint, oder dass es sich in einen andern schwefelhaltigen Körper umwandelt.

Aehnliches muss aber auch unter normalen Verhältnissen, wenn die Galle in den Darm entleert wird, stattfinden. Bidder und Schmidt haben bei Hunden nachgewiesen, dass nur der kleinste Theil des Schwefels der Galle mit dem Koth entleert, d. h. dass der Schwefel im Taurin ins Blut wieder aufgenommen wird. Für den Menschen stellt sich die Sache etwas anders:

1) 3,2825 Grm. trockner Koth gaben mit Kali und Salpeter geschmolzen:

0,1549 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,0531 „ Schwefelsäure =
0,0212 „ Schwefel = 0,6 % Schwefel.

Im Tag wurden 43,6 Grm. trockner Koth ausgeschieden und darin 0,26 Grm. Schwefel.

2) Herr H. Lossen untersuchte eine Portion Koth von einem andern Menschen bei gemischter Kost; es waren im Tag 31,3 Grm. fester Koth entleert worden.

3,1826 Grm. trocknen Koths gaben mit Kali und Salpeter verbrannt:

0,1507 Grm. schwefelsauren Baryt =
0,0517 „ Schwefelsäure =
0,0207 „ Schwefel = 0,65 % Schwefel.

Dies macht also im 24stündigen Koth 0,20 Grm. Schwefel.

0,23 Grm. Schwefel, welche im Mittel im 24stündigen Kothe enthalten sind, entsprechen aber 0,9 Grm. Taurin, während 1,2 Grm. in der Galle sind.

Dieser Schwefelgehalt im Koth rührt gewiss nicht allein von der Galle her, sondern auch von unlöslichen Bestandtheilen der Nahrung; ein Theil des Taurins geht ins Blut über; aber wenn im Ikterus nicht viel weniger Galle entsteht als normal, kommt dabei mehr Taurin ins Blut als im letzteren Falle.

Man könnte meinen, die Frage, ob das Taurin im Ikterus ganz zersetzt wird und der Schwefel im Harn als Schwefel-

säure auftritt oder ob es in einen andern schwefelhaltigen Stoff übergeht, leicht dadurch zu entscheiden, dass man einmal eine Portion frischen Harns mit Chlorbaryum ausfällt, eine andere Portion aber vorher mit Kali und Salpeter zusammenschmilzt; erhält man eine Differenz in beiden Bestimmungen, so ist nicht aller Schwefel im Harn als Schwefelsäure vorhanden.

Dem steht aber entgegen, dass nach der Entdeckung von Prof. Voit schon im normalen Harn des Menschen, des Hundes, der Katze u. s. w. nach dem Glühen immer mehr Schwefelsäure ausfällt als ohne dasselbe; es ist stets Schwefel im Harn in einem von Prof. Voit isolirten schwefelhaltigen Stoff enthalten, der zum Theil, wie Prof. Voit demnächst berichten wird, aus dem Taurin der Galle hervorgeht. Das Taurin wird nach dieser Untersuchung im Blute nicht völlig zersetzt und sein Schwefel erscheint nicht als Schwefelsäure im Harn, sondern es verändert sich in eine andere schwefelhaltige Verbindung. Fand sich daher bei der Ausführung der Bestimmung im Ikterus die gleiche Menge dieses schwefelhaltigen Stoffes wie im Normalzustande, so war zu schliessen, dass beide Mal gleich viel Taurin ins Blut kommt; war weniger davon vorhanden, so musste weniger Galle gebildet worden sein; ist mehr vorhanden, so wird normal vom Darm aus nicht alles Taurin der Galle wieder resorbirt.

Die Analysen des Harns von 24 Stunden ergaben Folgendes:

		SO_3 im ungeglühten Harn	SO_3 im geglühten Harn	Differenz	Verhältniss
Normaler Harn	Nr. 1.	2,4150	3,0715	0,6565	1 : 1,27
„ „	Nr. 2.	2,3260	2,7880	0,4620	1 : 1,20
„ „	Nr. 3.	1,9380	2,4770	0,5390	1 : 1,28
	Mittel =	2,2260	2,7786	0,5525	1 : 1,25
Ikterischer Harn	Nr. 1.	1,5600	2,2360	0,6760	1 : 1,43
„ „	Nr. 2.	1,1210	2,2019	1,0809	1 : 1,96
„ „	Nr. 3.	1,0255	2,1280	1,1025	1 : 2,07
	Mittel =	1,2355	2,1886	0,9531	1 : 1,82

Trotz dem, dass der Schwefelsäuregehalt im ikterischen Harn geringer ist als normal, offenbar weil etwas weniger Nahrung aufgenommen worden, findet sich darin im Tag um 0,4006 Grm. Schwefelsäure mehr, die aus dem schwefelhalgen Stoff herrühren.

Man kann nach den Untersuchungen von Prof. Voit annehmen, dass mit dem als Schwefelsäure im Harn befindlichen Schwefel annähernd proportional der im schwefelhaltigen Stoff befindliche steigt und fällt. Nach dieser Annahme hätten im Ikterus nur 0,3066 Grm. Schwefelsäure in der schwefelhaltigen Verbindung enthalten sein sollen, während sich 0,9531 Grm. also 0,6465 Grm. Schwefelsäure = 0,26 Grm. Schwefel mehr fanden, die normal nicht ins Blut kamen, sondern durch den Koth weggingen; ebensoviel haben wir nun

auch im Koth im Tag gefunden, so dass unsere Betrachtungen dadurch eine gute Stütze gewinnen.

Normal wird also beim Menschen nur wenig Taurin im Darm resorbirt, viel mit dem Koth entfernt; das Aufgenommene geht in einen schwefelhaltigen Körper in den Harn über. Beim Ikterus verwandelt sich alles Taurin in diesen schwefelhaltigen Körper, der mit dem Harn den Organismus verlässt, und nicht in Schwefelsäure. Nach diesen Erfahrungen ist es erklärlich, warum Kölliker und Müller (Verhandl. d. phys. med. Ges. zu Würzburg 1856. Bd. 7, 3. Heft) sowohl bei normalen, ikterischen und Gallenblasenfistelhunden, als auch beim Menschen im Normalzustande und bei bedeutendem Ikterus keinen irgend erheblichen Unterschied in der im Harn ausgeschiedenen Schwefelsäure fanden, der doch hätte hervortreten müssen, wenn der Schwefel des Taurins der Galle als Schwefelsäure darin vorhanden gewesen wäre. —

Die von Kühne (a. a. O. S. 320) gemachte Angabe: „die grösste Menge des (durch Salzsäure entstandenen) Niederschlags bildet die Harnsäure, welche in so ausserordentlicher Menge in jedem ikterischen Harn enthalten zu sein scheint, dass genauere quantitative Bestimmungen derselben gewiss nicht ohne Interesse sein dürften," veranlasste mich, diesen Gegenstand auch in meine Untersuchung zu ziehen. Ich versetzte je 200 C. C. Harn von 5 verschiedenen Ikterischen mit 10 C. C. concentrirter Salzsäure. Nach mehreren Stunden begannen sich an den Wänden des Glases und an der Oberfläche kleine glitzernde federfahnenförmige Krystalle zu bilden, die keine Aehnlichkeit mit den sonst durch Salzsäure aus Harn niederfallenden rothen Krystallen der Harnsäure hatten; nach 48 Stunden waren von diesen Krystallen und noch andern, die sich später als Harnsäurekrystalle erwiesen, wirklich eine erstaunliche Menge vorhanden, wie man sie sonst nie beim Versetzen des normalen Harns mit Salzsäure zu Gesicht bekommt. Die darüber stehende Flüssigkeit war fast ganz hell geworden und hatte ihr ikterisches Ansehen völlig verloren.

Als ich die auf einem Filter gesammelten Krystalle aber mit kaltem Wasser zur Entfernung der Salzsäure auswaschen wollte, begann sich bald das Filtrat sehr bedeutend braun zu färben, und trüb zu werden, welche Erscheinungen nach weiterem Aufgiessen von Wasser immer mehr zunahmen. Da bei der Versetzung des braunen Waschwassers mit salpetrige Säurehaltiger Salpetersäure die intensivste Gallenfarbstoffreaction auftrat, so musste ich schliessen, dass der grösste Theil der

eigenthümlichen Krystalle nur aus Gallenfarbstoff bestehe, der durch die Säure mit niedergeschlagen worden.

Um den Gallenfarbstoff möglichst von der Harnsäure zu trennen, wurde derselbe zu oft wiederholten Malen mit Alkohol ausgewaschen, der sich dabei dunkelbraun färbte. Durch Abdampfen des Alkoholauszugs erhält man eine ziemliche Menge unkrystallinischen Gallenfarbstoffs, löslich in Kali und durch Salzsäure wieder fällbar. Er löste sich leicht in Chloroform auf und erschien beim Verdunsten der Lösung in schönen rothbraunen Krystalltafeln wieder, die mit Salpetersäure noch die Gallenfarbstoffreaction gaben.

Das in Alkohol ungelöst Gebliebene konnte nun als Harnsäure betrachtet werden. Es wurde getrocknet, gewogen und nach der Menge des Waschwassers die von Dr. Zabelin (Annal. d. Chem. u. Pharm. 1863. II. Suppl. Bd. 3. Heft) angegebene Correction in Anwendung gebracht. Es ergaben sich so für 24 Stunden folgende Harnsäuremengen:

1) 0,9188 Grm.
2) 0,6869 „
3) 1,2192 „
4) 0,9940 „
5) 0,7801 „

im Mittel = 0,9198 Grm. Harnsäure.

Diese Menge ist nicht grösser, als die im normalen Harn entleerte mittlere Menge von Harnsäure; jedenfalls stellt diese Zahl die grösste Menge der im ikterischen Harn befindlichen Harnsäure dar, da es unmöglich war, aus dem Harnsäureniederschlag durch Waschen mit Alkohol allen Gallenfarbstoff zu entfernen.

München, den 26. Januar 1864.

Ueber den Schädel der Hemicephalen.[1]

Von

Prof. **Claudius** in Marburg.

In den folgenden Zeilen gebe ich die Resultate einer Untersuchung, welche ich im vorigen Winter mit dem Dr. F. G. J. Bauer aus Neten angestellt habe, und welche der Letzte in seiner Inaugural-Dissertation „Untersuchung über den Schädel der Hemicephalen mit besonderer Berücksichtigung der Felsenbeine. Marburg 1863“ veröffentlicht hat. Da die Dissertationen nur eine geringe Verbreitung erfahren, so halte ich eine nochmalige Veröffentlichung für angemessen.

Bekanntlich beschränkt sich die Frage über die bestimmenden Ursachen der Schädelformen auf die Controverse: Bildet der Schädel das Hirn oder das Hirn den Schädel? Bei den Hemicephalen, bei denen das eine Moment, das Hirn, gänzlich eliminirt, das andere einer Anzahl seiner Stützen beraubt ist, treten aufs Deutlichste die Spuren einer dritten, von aussen auf den Schädel wirkenden Kraft auf, und diese ist der Muskelzug.

Die Hemicephalen sind bekanntlich Missbildungen, bei denen innerhalb der ersten zehn Wochen des Fötallebens entweder das Hirn allein, oder ausser ihm ein grösserer oder geringerer Theil des Rückenmarks durch inneren Hydrops zerstört ist. In Folge des innern Druckes verdünnen sich die Wände der Medullar-Röhre, schliesslich platzen sie, und es bleibt demgemäss nur der untere Theil des Schädels, der vordere der Wirbelsäule. Ausser dieser Missbildung kommen häufig Contracturen an den Extremitäten vor und eine eigenthümliche Verkürzung des Halses; das Kinn ist auf die Brust

herabgezogen, der Kopf häufig so sehr zwischen die Schultern gedrückt, dass die untere Hälfte der Ohrmuschel in einer scharfen Falte gegen die obere Hälfte zurückgeschlagen wird, und von den Seiten des Unterkiefers geht die Haut unmittelbar in die der Schulter und Brust über. Die Ursache der letzten Deformation liegt zuweilen theilweise in einer Verkrümmung der Halswirbelsäule, zuweilen in einem Fehlen einzelner Wirbelkörper, stets ist aber eine eigenthümliche Herabsenkung des Kinnes gegen die Brust dabei vorhanden. Das Verschwinden der Einschnürung des Halses hat ohne Zweifel seinen Grund in einer Contractur des Platysma.

Vergleicht man eine Anzahl skelettirter Hemicephalen-Schädel mit einander, so fällt sogleich eine abnorme Kleinheit der ganzen Grundfläche der Hirnhöhle auf. Der Schädeltheil, soweit er erhalten ist, steht an Grösse dem Gesichtstheil bedeutend nach; alle Knochen, welche an der Bildung der Schädelhöhle theilnehmen, sind verhältnissmässig weniger ausgebildet als die Gesichtsknochen. Als Folge davon zeigen sich constant die beiden Jochbogen nach hinten convergirend, und der Unterkiefer bleibt eng gekrümmt. Bei einigen Knochentheilen zeigen sich constant eigenthümliche Verbildungen, deren Ursache nicht leicht zu enträthseln ist. Es sind dies namentlich die kleinen Keilbeinflügel, die sich nicht in langer Ausdehnung der Hinterwand der Augenkapseln der Stirnbeine anlegen, sondern mit ihrem Wurzeltheil beschränkt oder gewöhnlich in einem langen Fortsatz nach hinten gestreckt sind (Processus clinoideus). Die Ursache dieser Verkleinerung der Schädelkapsel wird ein Verfechter der Ansicht, dass das Hirn die Schädelknochen auseinandertreibt, gern für diese Hypothese in Anspruch nehmen; indessen scheint mir dieses zu gewagt. Die Veränderung der Umgebung des Knochens, das Fehlen des Hirns, die Berührung der Dura mater durch Fruchtwasser können schon Momente für eine gestörte Entwickelung derselben bieten. Ausserdem kommen Erscheinungen vor, welche entschieden einer bestimmenden Einwirkung des Gehirns auf die Formation des Schädels widersprechen. So zeigte sich uns folgender Fall. An einem verhältnissmässig gut ausgebildeten Hemicephalus mit ausgebildetem Halse und nicht grosser Oeffnung des Schädels auf dem Scheitel war ein ziemlicher Theil des Hirns erhalten. Es fehlte an diesem wie überhaupt an allen Hemicephalen-Gehirnen das Cerebellum, die Medulla oblongata lag auf der Pars basilaris. Trotzdem fand sich eine gut ausgebildete Fossa cerebelli auf der Hinterhauptschuppe vor. Diese war von einem lockeren spongiösen Binde-

gewebe ganz ausgefüllt, und durch dieses verlief eine weite Vene in der Richtung des Sinus transversus, welcher in der Nähe des Knochens nicht vorhanden war.

Vor Allem aber zeigt sich bei einer Reihe von Hemicephalus-Schädeln eine bedeutende Verschiedenheit in der Krümmung der Schädelbasis. Bei der einen Gruppe ist diese sehr geknickt, bei der andern sehr wenig. Die erste der beiden Gruppen charakterisirt sich sofort durch den Besitz einer Hinterhauptschuppe und der Nackenmuskulatur, die zweite mit orthotischer Schädelbasis ist die, welche keine Hinterhauptschuppe oder eine gespaltene besitzt, bei der einige oder alle Halswirbel Spina bifida zeigen und bei welcher demgemäss die Muskulatur des Nackens fehlt. Die erste Gruppe zeigt begreiflicher Weise eine Form der Schädelgrundfläche, welche sich am meisten der normalen nähert. Es sind in der Regel die Knochen stärker und vollkommener ausgebildet, auch bei gleichalterigem Fötus grösser als bei der zweiten Gruppe. Die Felsenbeine schliessen sich wie beim normalen an die Pars basilaris an. Viel deformer sind dagegen die Schädel der zweiten Gruppe. Hier sind die Felsenbeine stets mit ihren Basen nach unten und vorn gezogen, so dass ihre Firsten in einer geraden Linie liegen oder einen nach vorn offenen stumpfen Winkel bilden. Die Schuppen sind nicht selten nach aussen hin vorgebogen, und hinten an der Pars mastoides hängen gewöhnlich dann Reste der Hinterhauptschuppe. Der Unterschied der Stellung des Gesichts zum Schädeltheil, also der Knickung der Schädelbasis, zeigt sich sehr deutlich in der Lage des Trommelfells. Bei der ersten Schädelgruppe liegt das Trommelfell in einer beinahe frontalen Ebene bei der zweiten würden zwei auf das Trommelfell gezogene Perpendikel sich unterhalb derselben nahe der Mittellinie schneiden. Durchschneidet man die Schädel in der Medianebene, so tritt die Verschiedenheit der Bildung der Schädelbasis aufs Deutlichste hervor. Es wurde der Sattelwinkel an neun Exemplaren ohne Hinterhauptschuppe bestimmt; er hielt im Mittel $151\frac{1}{2}$ Grad, das Max. 162, Min. 142, an fünf Exemplaren mit Hinterhauptschuppe betrug derselbe Winkel im Mittel $99\frac{1}{4}$ Grad, Max. 109, Min. $90\frac{1}{4}$. Dieser Winkel hält beim Neugebornen nach den Welcker'schen Untersuchungen 141 Grad *).

---

*) Es zeigte sich bei diesen Messungen die Richtigkeit der Welcker'schen Behauptung, dass Prognathie mit Orthose, Orthognathie mit Kyphose der Schädelbasis zusammentrifft. Bei der ersten Gruppe war der Winkel an der Nasenwurzel $108\frac{7}{9}$, bei der zweiten Gruppe $83\frac{1}{2}$. Dass hier eine

Welches ist nun die Ursache dieser bedeutenden Verschiedenheit der Richtung des Schädelgrundes? Ein Zweifel kann hierüber nicht obwalten, es kann nur eine Kraft sein, welche auf den vorderen Theil des Schädels wirkend, diesen nach unten zieht und welche bei der einen Gruppe einen Widerstand in der hinter dem Foramen magnum ebenfalls nach unten gehenden Kraft der Nackenmuskeln erfährt. In Folge dessen wird die vordere Partie des Schädels mit dem Gesicht gegen die weiter rückwärts liegenden Theile, die Pars basilaris, verschoben und auf diese Weise die Schädelbasis geknickt. Die Knickung selbst erfolgt grösstentheils in der Fuge zwischen hinterem Keilbeinkörper und Pars basilaris. Aber es kamen uns auch Präparate vor, an denen in der Intersphenoidalfuge die Knickung sich fand und auch solche, an denen das Siebbein gegen den vorderen Keilbeinkörper abwärts gebogen war. Wo die Nackenmuskulatur, also der Zug an dem hinteren Hebelarme, wegfällt, senkt sich begreiflicher Weise der jetzt einarmig gewordene Hebel ohne sich zu biegen in den Atlasgelenken herab. In beiden Fällen aber nähert sich das Gesicht der Brust.

Die Muskeln, die hier in Betracht kommen, sind zunächst diejenigen, welche sich vom Sternum aus mit Einschaltung des Zungenbeins und Kehlkopfs zum Kinn fortsetzen, ausserdem der Digastricus und sodann die Kaumuskeln, welche den Unterkiefer nach oben am Schädel befestigen, nämlich Masseter und Pterygoides internus. Bei den Hinterhauptlosen aber treten, wenn die genannte Verschiebung der Schädelknochen eingetreten ist, noch andere Muskeln hinzu. Die Pars mastoides liegt bei den genannten gewöhnlich vor der Frontalebene, welche durch die beiden Condylen geht. Hier sind es wahrscheinlich die Sterno-cleido-mastoidei, welche den Kopf nach vorn hin senken; ferner die Splenii und der Longissimus capitis. Der Splenius hat in diesen Fällen einen erst später gebildeten Ursprung an der Spitze der Processus transversi. Ausserdem wirkt bei dieser Gruppe der Rectus capitis. Bei den mit Hinterhauptschuppe Versehenen dienen die letztgenannten Muskeln nur zur Feststellung der hinteren Abtheilung der Schädelhöhle, während die vom Brustbein entspringenden Muskeln und Kaumuskeln allein die Herabziehung des vorderen Theils zu Wege bringen. Bestätigt wird diese Behauptung noch durch schein-

---

ausserordentliche Prognathie auftritt, hat seiner Grund in dem Rückwärtsliegen der Nasenwurzel, welche durch die geringere Ausbildung des Stirnbeins bewirkt wird.

bare Ausnahmen von den angegebenen Facten. Es sind uns nämlich zwei hinterhauptlose Schädel zu Gesicht gekommen, bei denen eine starke Knickung stattfand. Der eine dieser Schädel ist in Förster's Atlas der Missbildungen des Menschen abgebildet (Prof. Förster hatte die Güte, mir denselben zur Ansicht zu übersenden). Hier war es allerdings nicht die Nackenmuskulatur, welche den hinteren Theil des Schädels in den Atlasgelenken fixirt, sondern es war Bandmasse, welche in ungewöhnlicher Weise um die beiden Hinterhauptgelenke und um ein drittes Kapselgelenk zwischen dem Zahn des Epistropheus und der Mitte des Randes der Pars basilaris sich angesammelt hatte. Die beiden Schädel stimmten hierin vollkommen überein. Diese Befestigung verhinderte, dass sich dieser Theil gegen die Brust senken konnte, und die Folge davon war die Knickung des anderen Theils. Wäre dieser Muskelzug unter normalen Verhältnissen geschehen, so würden wir die eben gefundenen Folgerungen unmittelbar auch auf normale Schädel übertragen können und es wäre ein Schritt zur Erklärung der Ursachen der verschiedenen Schädelformen gethan. Es würde sicher sein, dass bei orthotisch prognatischen wie bei Negerschädeln eine grössere Schwäche in der Muskulatur, oder ein mehr nach hinten zu liegendes Foramen magnum die Ursache seien, dass hier eine geringere Knickung der Basis stattgefunden hätte, während bei kyphotischen Schädelbasen das Gegentheil stattgefunden hätte. Aber wie auf den ersten Anschein die Erfahrung, dass jene sich bei dolichocephalen, letztere Eigenschaften bei brachycephalen Schädeln finden, zu widersprechen scheint, so sprechen auch andere Facten dafür, dass bei den Hemicephalen eine krampfhafte Contractur der Muskeln stattgefunden habe. Die häufigen Verkrümmungen der Hände und Füsse sind ja zum Theil ohne Zweifel Wirkungen von Muskelkrampf; ebenso das häufige Vorkommen von Nabelbrüchen bei diesen Missbildungen, eine Behauptung, deren Beweis wir in einer demnächst erscheinenden Arbeit vorlegen werden. Die meisten der genannten Muskeln empfangen vom Hirn ihre Nerven. Ist die Entleerung der Hirnblase erfolgt, so ist überhaupt eine Thätigkeit des Muskels nicht mehr denkbar. Während der Ausbildung des Hydrocephalus indessen werden höchst wahrscheinlich starke convulsivische Contracturen in den Muskeln auftreten. Uebrigens zeigt die Muskulatur vollkommen normale Struktur. Allerdings gibt es bekanntlich Convulsionen in Muskeln, welche nicht aufhören, wenn der eintretende Nerv abgeschnitten wird.

Bei der genannten Untersuchung wurden die Gehörorgane

einer besonderen Aufmerksamkeit gewürdigt, und hier fanden sich einige interessante Thatsachen. Zunächst bildet die Paukenköhle eine stets wiederkehrende abnorme Form. Es ist dieselbe nämlich in der Richtung vom Trommelfell gegen das Promontorium stets tiefer als gewöhnlich, und diesem entspricht eine grössere Länge des Steigbügels. Hammer und Amboss haben nahezu ihre normale Gestalt. Der Steigbügel aber, welcher ausserdem eine sehr kleine Fussplatte hat, ist mit seinen beiden Schenkeln und dem Capitulum in ungewöhnlicher Weise verlängert. Das Capitulum ist in einen langen dünnen Stiel ausgezogen, welcher in einem Falle fast die Länge der beiden Schenkel erreichte. Die Ursache dieser Zerrung liegt zweifelsohne in der Carotis. Dieselbe liegt normaler Weise medianwärts von der Schnecke; bei den Hemicephalen aber, wo das Felsenbein viel kürzer ist, namentlich die Spitze der Pyramide grösstentheils zu fehlen scheint, ist der Canalis caroticus vor die Schnecke gerückt und liegt nahe dem vorderen Theile des Paukenringes. Dadurch wird dieser von dem Felsenbein abgehoben, das Trommelfell mit vom Promontorium entfernt und der Steigbügel in die Länge gezogen. Noch bedeutendere Abweichung zeigt das Labyrinth. Bei ihm findet sich eine constante Missbildung und es ist daher unrichtig, wenn früher ausgesprochen wurde, die Missbildungen des Gehörorganes ständen nicht in Beziehung zu einer Missbildung grösserer Körpertheile. An dem Labyrinth der Hemicephalen zeigen sich nun, je nachdem der Schädel mehr oder weniger ausgebildet ist, eine Menge von Hemmungsbildungen, wie sie bekannt sind, namentlich Confluenz der Bogengänge in eine hohle Falte, unvollkommene Abgrenzung der einzelnen Windungen des Schneckenkanals, ferner eine constante Kleinheit der ganzen Höhle. Stets aber zeigt sich folgende Missbildung. Die Schnecke ist von innen nach aussen gegen das Vestibulum gedrückt, so dass ihre Basis nicht einem Kreis, sondern einer Ellipse sich nähert. Dies hat seinen Grund eben in der Kürzung der Spitze der Felsenbein-Pyramide. Das Blastem im Innern des Felsenbeins, welches theils schmelzen soll, um die Höhlung des Labyrinths zu liefern, theils zur Bildung des häutigen Labyrinths und der eintretenden Nerven verwendet wird, wird bei der mangelnden Ausbildung des Felsenbeins medianwärts sich nicht in dieser Richtung ausbreiten können.

Eine besondere Eigenthümlichkeit, die sich an allen untersuchten Exemplaren (21 an der Zahl) wiederfand, ist ein kleiner Vorsprung, welcher sich an der convexen Seite des hinteren Schenkels des horizontalen Bogenganges findet. Er stellt theils

einen kleinen zapfenartigen Vorsprung, bei vollkommener ausgebildeten Labyrinthen aber nur einen scharfen Winkel dar. Die Ursache dieser Missbildung ist uns dunkel geblieben. Es ist schwer, sich eine Zugkraft zu denken, welche auf diesem beschränkten Punkte des Felsenbeins allein wirken könnte, ohne den unmittelbar dabei liegenden hinteren Bogengang zu afficiren. Am wahrscheinlichsten scheint mir noch, dass es der kurze Ambossschenkel ist, welcher in den ersten zehn Wochen ziemlich in der Nähe der besprochenen Stelle liegt und durch die Verrückung des Trommelfells angezogen, vielleicht diese kleine Ausstülpung des Labyrinths bewirken kann.

Vorläufige Mittheilung über eine mittelst Silber-Imbibition gemachte Beobachtung.

Von

H. Adler, Stud. med. aus Kiel.

(Hierzu Taf. IX.)

Die erst seit Kurzem angewandte Methode, mikroskopische Präparate mit Silbersalpeter zu imbibiren, lieferte neue und interessante Resultate, indem es v. Recklinghausen auf diesem Wege zuerst gelang, ein bis dahin unbekanntes, den feinsten Lymphwegen eigenthümliches Epithel zu entdecken, was später His, Oedmansson, Tommasi bestätigten. Bei dem grossen Interesse des Gegenstandes wurden hier unter Leitung des Dr. Ehlers ähnliche Versuche mit Silber-Imbibitionen vorgenommen. Es wurde dabei eine neue Beobachtung gemacht, welche ich, obwohl die Arbeit noch nicht abgeschlossen ist, hier vorläufig mittheilen möchte. Es war nämlich die Beobachtung, dass genau dieselben netzförmigen Figuren, welche v. Recklinghausen für die Grenzlinien eines Epithels hält, auch auf der Bindegewebsscheide eines Froschnerven zu finden (siehe Fig. 1.). Das Bild mit jener Deutung in Einklang zu bringen, schien von vornherein zweifelhaft, du noch Niemand auf solcher bindegewebigen Scheide ein Epithel angenommen hat. Eine nähere Untersuchung bestätigte es, deren vorläufiges Resultat ist:

Jene eigenthümlichen, netzförmig zusammenhängenden Imbibitions-Linien sind den elastischen ähnliche Fasern.

Da bei den früheren Untersuchungen von allen Forschern diese Figuren für Epithel erklärt waren, so ging ich auch zunächst von diesem Gedanken aus und stellte verschiedene

Versuche an, dies Epithel deutlich nachzuweisen; allein dies gelang nicht, denn niemals konnte durch Essigsäure in irgend einer vermeintlichen Zelle ein Kern nachgewiesen werden, niemals durch verschiedenartige Manipulationen (Abstreifen der Bindegewebshülle durch Zerzupfen) eine Zelle isolirt werden. Auch konnte ich nicht die Ueberzeugung gewinnen, dass bisweilen, wie von v. Recklinghausen u. A. angegeben wird, der Kern der Zelle dadurch sichtbar werde, dass ein Silberniederschlag auf demselben entsteht; rundliche oder gezackte Figuren von verschiedener Grösse und Form lagen allerdings oft innerhalb der von dem Netze umschlossenen Räume, allein es waren zufällige Produkte, dendritenförmige Abdrücke, wie sie immer entstehen, wenn eine färbende Flüssigkeit zwischen zwei Glasplatten gepresst wird. Dabei widersprach sogleich die ganze Form der Netze, die stark geschlängelten und vielfach ausgezackten Linien entschieden der Annahme von Grenzlinien eines Epithels, und ferner die bedeutenden Grössen-Unterschiede der einzelnen umsäumten Felder, da sonst doch die Epithelzellen von fast übereinstimmender Grösse und Form sind. Denn wie aus den unten angeführten Messungen ersichtlich ist, schwankt der Flächenraum der einzelnen Felder zwischen $^1/_{50}$ — $^1/_{1000}$ Quadratmillimeter, mit den verschiedensten Zwischenstufen. Endlich war es sehr auffallend, dass Kali das vermeintliche Epithel durchaus nicht angriff, denn auf einem mit Kali behandelten Nerven konnten nach gehöriger Auswaschung mittelst Imbibition dieselben Netze erhalten werden.

Hiernach wurde eine Isolirung des schwarzen Netzes mittelst Kalilauge versucht. Nach einer längeren Einwirkung liessen sich einige interessante Erscheinungen beobachten. Hatte das Kali eine bedeutende Quellung des Nerven hervorgerufen, so waren die schwarzen Stränge an manchen Stellen unterbrochen, indem sie in Folge der grossen Dehnung reissen mussten. Wurde dann die Quellung durch gelindes Erhitzen noch mehr befördert, so entstanden noch grössere Lücken in den Faserzügen; waren sie auch dann noch nicht alle gerissen, so war am Rande des Nerven eine deutliche Einschnürung wahrzunehmen, gleich als wären um einen weichen Ballen Stricke geschnürt, zwischen denen die elastische Masse sich hervorwölbt. Wurde dann das Präparat noch stärker erhitzt, so zerrissen endlich bei der gewaltigen Aufquellung alle Fasern, allein aufgelöst waren sie auch dann nicht. Einzelne Stücke der Fasern, bisweilen auch Bruchstücke des Netzes (siehe Fig. 2), waren noch erhalten und schwammen in der

gelösten oder zerstörten Masse des Nerven *). Bei dieser grossen Resistenz der Fasern gegen ein so eingreifendes Reagens lag die Vermuthung nahe, sie wären mit den elastischen identisch, allein eine Imbibition elastischer Fasern bestätigte dies nicht, wenngleich eine nahe Verwandtschaft kaum zu verkennen sein dürfte. Zu bemerken ist noch, dass alle diese Versuche mit denjenigen Hautnerven des Frosches vorgenommen wurden, welche frei liegend von der Wirbelsäule zur Haut des Rückens gehen. Bei einem solchen Hautnerven in nicht gequollenem Zustande wurden einige Messungen über die Grösse der Netze gemacht und folgende Zahlenwerthe gefunden:

Längsdurchmesser.	Querdurchmesser.
0,185 Mm.	0,101 Mm.
0,148 „	0,074 „
0,2035 „	0,037 „
1,1159 „	0,0185 „
0,101 „	0,0074 „
0,074 „	0,0037 „

Einen grösseren Werth haben diese Zahlen nicht, als nur zu zeigen, in wie mannigfaltiger Form die Netze vorkommen.

Bei weiteren Versuchen wurde noch gefunden, dass auf der Oberfläche von Sehnenscheiden und Fascien dieselben Netze vorkommen und durch Imbibition mit Silbersalpeter sichtbar zu machen sind. Dieses Vorkommen entspricht also ganz dem von v. Recklinghausen auf dem Centrum tendineum des Zwerchfelles gefundenen. Auch mag noch bemerkt sein, dass alle diese Netze, mochten sie auf Sehnenscheiden, Neurilem, Darmzotten, Hodenkanälchen hervorgerufen sein, vollständig mit einander übereinstimmten.

Eine weitere Frage war die, ob diese Fasernetze frei auf der Oberfläche verlaufen, oder ob sie in eine besondere Membran eingebettet sind. Letzteres scheint der Fall zu sein. Konnte dies freilich an einem Querschnitt nicht mit Sicherheit ermittelt werden, so sprach doch dafür die Beobachtung, dass innerhalb der Maschen des Netzes oftmals Silberniederschläge entstehen, welche mit den Fasern genau in derselben Ebene liegen und dass darunter erst die Fasern der eigentlichen Bindegewebshülle verlaufen.

---

*) Es wurden bei diesem Verfahren niemals einzelne scharf umschriebene Massen des Netzes erhalten, die dann einer Epithelzelle hätten entsprechen können, sondern einzelne Fasern oder Theile des Netzes, an deren Umkreise Fetzen von Fasern hervorragten.

Ueber die Art, diese Netze zu erhalten und über das chemische Verhalten des Niederschlages mögen noch einige Bemerkungen folgen. Alle Versuche, durch andere Agentien diese Netze sichtbar zu machen, schlugen fehl. Leicht herzustellende und sehr scharfe Bilder liefern die schon erwähnten Hautnerven des Frosches. Sie sind hinlänglich dünn, so dass das Bild sehr hell hervortritt; bisweilen sieht man auch unter dem oberflächlichen Netz noch ein zweites tiefer gelegenes, nämlich aus der aufliegenden Fläche des Nerven. Bringt man den Nerv in ein Uhrgläschen in das etwas Silberlösung gethan, so ist er nach einiger Zeit imprägnirt. Merkwürdigerweise ist der Zeitpunkt, wo die Imprägnation vollendet ist, ein sehr verschiedener, und schwankt zwischen 5 Minuten und mehreren Stunden, wobei Concentration der Flüssigkeit von keinem Einfluss zu sein scheint. Erhitzen des Präparates beschleunigt die Entstehung des Niederschlages. Die angewandten Lösungen enthielten: 0,5, 0,2 und $7^0/_0$ AgO. Der Erfolg war bei allen derselbe. — Der Niederschlag selbst ist kein AgCl, da er auf Zusatz von NO_5 verschwindet, auch zeigt dies schon der Unterschied zwischen dem röthlich braunen körnigen Niederschlag von AgCl neben den tief schwarzen Fasern. Es ist daher nicht nöthig NaCl oder HCl hinzuzusetzen, um die Netze hervorzurufen, wie v. Recklinghausen angiebt. Sie entstehen im Dunkeln ebenso wohl als unter dem Einfluss des Lichtes, werden von concentrirter $\overline{Ac}$ nicht gelöst, daher auch kein metallisches Ag. Man muss also wohl auf eine besondere Verbindung schliessen, vielleicht AgS, indem auch diese Fasern wie die elastischen schwefelhaltig sein könnten; andererseits möchte ich eine besondere Silberverbindung vermuthen, da eine Lösung von gereinigtem (schwefelfreiem) Elastin mit $AgO.NO_5$ einen schwarzbraunen Niederschlag giebt, der aber noch nicht vollständig untersucht ist. — Schwierig ist die Conservirung der Präparate, da Glycerin allmälig den Niederschlag verschwinden macht; will man die Präparate nicht einschliessen, so ist es am besten, die einmal imbibirten Gegenstände in einer verdünnten Silberlösung liegen zu lassen, indem sie sich darin wochenlang unverändert erhalten.

Es ist ersichtlich, dass noch manche Frage offen ist, indessen war es auch meine Absicht bei dieser Mittheilung, nur die Thatsache bekannt zu machen, dass diese eigenthümlichen Netze auch auf der Bindegewebsscheide der Hautnerven des Frosches und auf Sehnenscheiden vorkommen, wodurch einige Bedenken gegen die bisherige Annahme erwachsen. Der an-

fängliche Plan, eine vollständigere Arbeit zu liefern, wurde gestört durch die gegenwärtigen Zeitumstände, die mich nöthigten, von hier fortzureisen.

Ich kann nicht schliessen, ohne dem Herrn Dr. Ehlers für seine vielfache Unterstützung bei dieser Untersuchung meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Göttingen, d. 8. Febr. 1864.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Hautnerv des Frosches, mit Silberlösung imbibirt. Vergrösserung 270.

Fig. 2. Ein nach der Imprägnation mit Kali behandelter Nerv, stark aufgequollen und theilweise gelöst. Bruchstücke von Netzen sind sichtbar. Vergr. 270.

Fig. 3. Aus dem Centrum tendineum des Kaninchen. Dichtes Fasernetz, einzelne Maschen sind mit einem körnigen Niederschlag von AgCl erfüllt.

Ueber die Placenta der Wiederkäuer.

Von

Dr. Otto Spiegelberg,

Prof. der Geburtshülfe in Freiburg i. Br.

Die Placenta der Wiederkäuer, speciell die der Kuh und des Schafes, gehören bekanntlich zu den einfachsten Formen dieser Bildungen; sie erscheinen deshalb besonders geeignet, über die morphologische Verbindung und den chemischen Verkehr zwischen Mutter und Frucht innerhalb der Placenta Aufschluss zu geben. In letzter Beziehung war es vor Allem der nach Trennung des Frucht- vom Mutterkuchen zu Tage tretende Saft — die Uterinmilch —, welcher die Aufmerksamkeit erregte und von verschiedenen Forschern *) einer Analyse unterzogen wurde, während die morphologischen Verhältnisse („innige Vereinigung von fötalen und mütterlichen Bildungen,

---

*) Prevost et Morin, Recherches phys. et chim. sur la nutrition du foetus. Mém. de la Soc. de Phys. et d'Hist. nat. de Genève. IX. 1841. p. 235.

v. Rapp, Ueber die Ernährung der Wiederkäuer. Jahrverh. des Vereins für vaterl. Naturkunde in Würzburg. I. 1845. p. 67.

Schlossberger, Die Uterinmilch der Wiederkäuer. Ann. d. Chemie u. Pharmacie. 96. 1855. p. 68, und Müller's Archiv 1855, sowie Lehrb. d. org. Chemie. 5. Aufl. 1860. p. 973.

Eschricht, De organis quae resp. et nutrit. foet. mammal. inserviunt. Hafn. 1837.

Bischoff, Entwicklungsgesch. d. Säugeth. u. des Menschen. 1842. p. 533.

Litzmann, Schwangerschaft. Handwörterb. d. Physiol. von Wagner. p. 90.

doch ohne Zerreissung trennbar" — Kölliker) besonders durch E. H. Weber Berücksichtigung fanden.

Noch in Göttingen unternahm ich es im Winter $18^{60}/_{61}$, die Entstehung der Uterinmilch der Kühe und Schafe und deren Bedeutung zu erforschen, wobei ich natürlich auch auf die Entwicklung der Placenta geführt wurde. Durch meinen Fortgang von dort wurden diese Untersuchungen (deren chemischen Theil Hr. Dr. Thiry, Assistent im physiologischen Institute zu Göttingen, übernommen hatte) unterbrochen; sie fortzuführen, fand ich in meinem jetzigen Wirkungskreise keine Zeit, und die mit diesem verknüpfte anderweitige Berufsthätigkeit nimmt mir die Aussicht, den Gegenstand wieder aufnehmen zu können. Aus diesem Grunde theile ich die Untersuchung hier mit, so unvollendet sie auch erscheint; in einigen Punkten vervollständigt sie doch die Angaben früherer Autoren. Ich veröffentliche sie um so mehr, als die jüngst erschienene Schrift von Birnbaum „Untersuchungen über den Bau der Eihäute bei Säugethieren, Giessen, 1863", welche sich besonders mit dem Chorion der Wiederkäuer beschäftigt und von der ich näheren Aufschluss auch über die Placentabildung erwartet hatte, hierüber sehr wenige, zum Theil sogar unrichtige Angaben enthält.

Beim Schafe und der Kuh ist das Chorion von gruppenweise gehäuften Büscheln verästelter Zotten besetzt, den Cotyledonen, welche zu 70 und mehr an Zahl in die Carunkeln der Uterinschleimhaut sich einsenken und so locker mit ihnen verbunden sind, dass man sie ziemlich unverletzt aus denselben hervorziehen kann. — Bei der Kuh stellen Frucht- wie Mutterkuchen flache Knöpfe dar; letztere zeigen auf ihrer Oberfläche grosse Lücken, in welchen die spitzen Zotten der Fruchtkuchen stecken und aus denen sie sich ohne zu zertrümmern, entfernen lassen. Die Zotten sind lang und schmal, durch tiefe Furchen von einander getrennt; in den Furchen befindet sich ein weisslicher dicker Saft. Die Mutterkuchen sitzen mit breiter Basis der Schleimhaut auf und bleiben bei der Trennung vom Fruchtkuchen an jener haften; auf senkrechten Durchschnitten zeigen sie oberflächlich einen röhrigen Bau, in der Tiefe ein dichtes Gefüge; die Röhren enden in den weiten Lücken, welche die Trennungsfläche charakterisiren; derselbe dicke Saft, welcher diese erfüllt und bei der Trennung spontan vorquillt, lässt sich aus der Schnittfläche ausdrücken. — Die Placenten des Schafes sind kleiner, mehr kugelig, meist rund oder oval, bisweilen länglich und biscuitförmig dadurch, dass zwei Placenten mit einander verschmol-

zen. Auf den Mutterkuchen findet sich eine Vertiefung, in welche das Chorion sich senkt. Eine Trennung des fötalen Theiles vom mütterlichen ist ohne theilweise Zertrümmerung der Zotten nur bei grosser Vorsicht möglich, und auch der mütterliche Theil hebt sich leicht von der Uterinwand ab. Der fötale Theil hängt wie ein Quast an einem dünnen Stiele des Chorion, seine Zotten sind kurz und breit, ihre Zwischenfurchen sehr niedrig, der anhängende Saft gering. Der Mutterkuchen umgiebt wie ein halbkugeliger Napf den Fruchtkuchen, seine Wand ist nur $^1/_2$ – 1''' dick, und sie geht direct in die Gebärmutterschleimhaut über; die Höhle des Napfes ist ganz mit Saft erfüllt, ihre Oberfläche zeigt enge, wenig tiefe Lücken. Auf senkrechten Schnitten durch eine intacte Placenta scheint diese hauptsächlich vom Fruchtkuchen gebildet, welcher vom mütterlichen wie von einer Kappe umgeben wird.

Der dicke zähe weisse Saft — dessen Menge, wie schon Eschricht angiebt, an frischen Präparaten geringer ist, als an solchen, welche ein bis zwei Tage aufbewahrt sind, weil bis dahin eine reichliche Abstossung der Zellen von ihrem Boden stattgefunden hat — besteht aus einer Masse Zellen, suspendirt in einer geringen Menge Flüssigkeit; daneben findet man freie Kerne und reichlich freie Fettkügelchen. Die Zellen sind rund oder cylindrisch oder eckig und glatt; sie schwimmen bisweilen, was besonders von den langen cylindrischen gilt, aneinander gereiht umher, so dass sie wie Bruchstücke einer Epithellage erscheinen. Ihre Grösse variirt sehr, man findet solche, welche die Grösse der grossen Markzellen des Knochens erreichen. Die Kerne haben grosse Kernkörperchen, sind blasig und hin und wieder mit Fett erfüllt, oft in Theilung und Abschnürung begriffen. Selten sind Zellen mit einfachem Kerne, meist sind mehrere, bis zu 10, in einer Zelle enthalten; die Zellen erscheinen dann als grosse Mutterzellen, welche man am besten mit den grossen Markzellen des Knochens oder mit Zellen aus myeloiden Geschwülsten vergleichen kann. Ihr Inhalt ist mit vielem Fett durchsetzt, welches durch Zerfall der Zelle frei wird und dann in der intercellularen Flüssigkeit lagert. Man sieht die Fettkörnchen in allen Zellen, besonders reichlich in den cylindrischen, reihenweis geordneten. Dass die vielkernigen Zellen aus den kleinen einkernigen durch endogene Vermehrung hervorgehen, darüber belehrt schon die oberflächliche Untersuchung, da man alle Uebergangs- und Vermehrungsstadien meist in einem einzigen Tropfen des Saftes beobachten kann.

Die Untersuchung der Fruchtkuchen ergab nichts we-

sentlich Neues, was ich den Angaben Gierse's, Virchow's und Kölliker's über den Bau und die Entwickelung der Chorionzotten zufügen könnte. Das Epithel besteht aus runden blasigen, oder gegenseitig abgeplatteten Zellen, welche in jüngeren Formen stellenweise in reichlicher Vermehrung begriffen sind, so dass man an solchen Präparaten die Bildung seitlicher Zottenäste durch Epithelwucherung immer noch leicht beobachten kann. Die von Birnbaum (a. a. O. p. 74, 80) gemachten entgegengesetzten Angaben, wonach das Epithel „den unwesentlicheren Theil der Zotten" darstellt, beruhen auf Täuschung. An alten Objecten ist die Zellvermehrung abgeschlossen; dagegen findet man hier häufig die äusserste Schicht der Zellen mit Fettkörnchen gefüllt, auf ihr bisweilen vielkernige grosse Zellen, wie sie im Safte vorkommen. — Das Bindegewebe der Zotten zeichnet sich durch sein enges Netz zartwandiger Capillaren, sowie durch die zwischen diesen liegenden langen, oft bauchig angeschwollenen, spindelförmigen oder sternförmigen Zellen aus, deren Ausläufer sowohl unter einander als mit den Capillarwänden zusammenhängen. Dass dieselben an der Bildung letzterer betheiligt sind (in älteren Objecten möglicher Weise Rückbildungsstufen derselben?), davon überzeugten mich die bisweilen in ihrem Inneren vorhandenen rothen Blutzellen. Ein grosser Theil dieser Bindegewebszellen scheint aber zu den sogenannten saftführenden Canälen zu gehören, und dieser zeichnet sich an nicht mehr ganz jungen Präparaten durch das Auftreten reihenweis gelagerter feiner Fettkörnchen aus, welche besonders in den Ausläufern und um den Kern gehäuft sind — wodurch das ganze Netz und seine Communicationen bisweilen ausserordentlich klar hervortreten.

Von dem Baue der Mutterkuchen bekommt man nur an erhärteten Präparaten ein deutliches Bild: das klarste gaben mir Objecte, welche einige Tage in concentrirter Lösung von doppeltchromsauren Kali oder in Alkohol, dem einige Tropfen Aetznatron zugesetzt, aufbewahrt und deren Schnitte mit Glycerin behandelt waren. Man erkennt da auf horizontalen wie senkrechten Durchschnitten ein Netz von in der Tiefe zarten, nach der Oberfläche zu gröberen Bindegewebsbalken, welche von dem submukösen Gewebe des Uterus aufsteigen, aus dicht gedrängten, langen und breiten Zellen mit einem oder mehreren Kernen bestehen, zwischen welchen Zellen grosse Capillaren in reichlicher Zahl senkrecht aufsteigen. Die Balken sind auf ihren beiden Seiten von einer regelmässig geordneten Zellenlage, die hier eng anliegt, bekleidet. Die Höhlungen — in der Tiefe rundlich, nach der Oberfläche zu weiter und un-

regelmässiger gestaltet — sind von den gleichen Zellen erfüllt, welche den Saft der Kuchen constituiren, und unter diesen findet man immer die grössten und kernreichsten Zellen. — Die äussere Fläche der Mutterkuchen ist ganz wie die Uterusschleimhaut zusammengesetzt.

Ueber das nähere Verhältniss der Frucht- zu den Mutterkuchen belehren Schnitte, durch eine unverletzte Placenta geführt. Auf Querschnitten sieht man die von einfacher Zellenlage bekleideten Zottenstämme in den oberflächlichen grossen Räumen des Netzes des mütterlichen Kuchens stecken; die Balken des Netzes sind hier ebenfalls nur von einfacher Zellenlage besetzt. Gegen die Uteruswand hin sind die Netze enger, die Balken zarter, ihr Epithel mehr cylindrisch gestaltet. Die von ihrem Epithel umzogenen Zottenäste stecken in den Maschen und sind eng und dicht umgeben von den vielgestaltigen, in Wucherung begriffenen Zellen. Einzelne Maschen communiciren mit einander, weshalb die Balken dort schwer zu verfolgen, und ein grösserer Hohlraum oft ein buchtiges, acinöses Aussehen bekommt. — Noch deutlicher sieht man das Ineinandergreifen von Frucht- und Mutterkuchen an durch die ganze Dicke der Placenta von oben nach unten geführten Längsschnitten. Man verfolgt da den Verlauf und die Theilung der Zotten bis an ihr Ende; sieht, wie die gröberen Stämme von den Balken mit ihren grossen Capillaren und ihren Zellen umsponnen sind, und wie die Endästchen in den mit den Saftzellen gefüllten Höhlen stecken. Die der Zotte am nächsten gelegenen Zellen sind immer die grössten, an Kernen und Fett reichsten; die peripherisch gelagerten sind kleiner und sie gehen in die geschichtete Lage über, welche die Balken bekleidet und meist aus cylindrischen Formen besteht. — Immer aber erscheint an so erhärteten Präparaten das Zottenepithel von den Zellen des Alveolus durch einen schmalen lichten Saum getrennt, so dass man leicht erkennt, welche Gebilde dem Frucht-, welche dem Mutterkuchen angehören. — Die letzten Räume des Netzes, welche auch auf Längsschnitten mannigfache Ausbuchtungen zeigen, verlieren sich im submukösen Gewebe. Ueber die Hauptfrage — ob die geschilderten Alveolen der Placenta von den Uterindrüsen abstammen — gab mir die Untersuchung der Uterinschleimhaut, sowie ganz junger Placenten Aufschluss.

Trägt man ein flaches Stück der Schleimhaut von der Uterinwand ab, so kann man bei einiger Vorsicht die Drüsen als feine geschlängelte Fäden aus dem submukösen Gewebe herauspräpariren. Unter dem Mikroskop erscheinen die Drüsen

als gewundene Canäle, die gegen die Mündung hin stellenweise buchtig erweitert, am unteren blinden Ende sich in mehrere, bisweilen 5—6 seitliche Ausläufer theilen, welche ungefähr doppelt so lang als breit sind; hierdurch gewinnt das Gewebe oft ein völlig acinöses Ansehen. Die Canäle sind von zellenreichem Bindegewebe umgeben, reich mit Gefässen umsponnen, die um die weiten Oeffnungen ein regelmässiges Netz bilden. Das weite Lumen der Röhren ist ganz von Zellen erfüllt, welche an der Drüsenmembran deutlich cylindrisch und regelmässig gelagert, nach dem Centrum zu immer runder und grösser werden und in endogener Vermehrung, zum Theil in fettigem Zerfall begriffen erscheinen; die cylindrische Schicht ist eine directe Fortsetzung des Schleimhautepithels, die im Canal gelagerten Zellen und Körnchenzellen gehen aus ihr hervor; alle zusammen liefern sie den morphologischen Bestandtheil der weisslichen oder bräunlichen Flüssigkeit, welche sich zwischen Chorion und Mucosa findet, sowie des weissen Beleges, welcher dem ersteren stellenweis anhaftet.

Am Rande der Carunkeln und auf deren Oberfläche werden die Drüsenkanäle noch weiter und länger, ihre Enden erscheinen stärker und zahlreicher ausgebuchtet, die Zellenwucherung in ihnen mächtiger. Die Drüsen stehen zugleich dichter, als auf der freien Schleimhaut, sind mannigfacher um einander, bisweilen knäuelförmig gewunden; und senkrechte, durch einen solchen nicht zur Placenta entwickelten Knopf geführte Schnitte zeigen, dass sein Hauptbestandtheil diese acinös getheilten Drüsen sind, für welche das zellenreiche Bindegewebe nur das Gerüste abgiebt; die Drüsenmembran ist noch deutlich, die ihr anliegende Zelllage noch cylindrisch; ein schönes Capillarnetz umspinnt auch hier die Canäle. Nach diesem Befunde kann ich nicht begreifen, wie Birnbaum (a. a. O. p. 69, 78) das Vorkommen der Drüsen in den Carunkeln zweifelhaft lassen kann, da sie ja die wesentlichen Elemente dieser sind und man bei fast jedem Schnitte, welchen man unter das Mikroskop bringt, auf sie stösst.

An den Placenten eines Schafsembryo von nicht völlig 1 Zoll Länge constatirte ich nun, dass die Lücken und Röhren, in denen die Chorionzotten staken, wirklich die Drüsenkanäle sind. Die Fruchtkuchen hafteten hier nur sehr lose an den mütterlichen Theilen; die Zotten senkten sich auf höchstens 1''' Tiefe in die Drüsenöffnungen hinein. Die Mutterkuchen waren noch flach, nicht napfförmig, ihre Drüsen nur an der Oberfläche, in der Tiefe wenig erweitert. Die in den Erweiterungen steckenden Zotten trieben sowohl gegen das Lumen

der Drüsen, als gegen deren Wand hin Knospen und dehnten so die Kanäle sackartig aus. An diesen Stellen war die Membran der letzteren kaum mehr bemerkbar, dagegen das Zwischengewebe in starker Zellvermehrung und mit Gefässen reichlich durchsetzt. Die Zottenenden waren noch von einem einfachen Epithel aus runden Zellen mit einem grossen, selten mit zwei Kernen bedeckt; an manchen Stellen lagerten Epithelknospen, d. h. Zellhaufen, als Anfänge weiterer Zottenäste; die Zellen hafteten der bindegewebigen Grundlage der Zotten eng an und waren nach aussen von den in Wucherung und Zerfall begriffenen Zellen der Drüsen umspült. Nach Trennung des mütterlichen vom fötalen Theile der Placenten liess sich aus ersterem nur wenig Saft vordrücken, auf dem Fruchtkuchen bemerkte man häufig radiäre weisse Streifen. Es sind dies von den Zotten mitgenommene, zum Theil in Fettmetamorphose begriffene Drüsenzellen, zwischen denen sich viele Margarinnadeln fanden (also nicht Pigmentauflagerungen, wie Birnbaum a. a. O. p. 76 diese Streifen zu deuten scheint). Das in älteren Fruchtkuchen so deutliche Netz der langen Zellen in den Zottenstämmen war hier noch sehr wenig entwickelt.

Aus dem Mitgetheilten geht nun hervor, dass die Verbindung zwischen Mutter und Frucht wirklich durch Hineinwachsen der Chorionzotten in die Uterindrüsen vermittelt wird. Der Vorgang ist ungefähr derselbe, wie ihn Sharpey (in einer Note zu Baly's Uebersetzung von Müller's Physiologie) für die Bildung der Placenta beim Hunde angiebt. Die Chorionzotten senken sich in die weiten Mündungen der Drüsen, welche durch das Wachsthum jener bedeutend erweitert werden. Bald aber treiben die Zotten in die Länge und reichlich nach den Seiten; sie erreichen so die tieferen Stellen der Drüsen und buchten auch deren Wände vielfach aus. Während dadurch das Bindegewebe in der Oberfläche des Mutterkuchens spärlicher wird, wuchert es unter gleichzeitiger Neubildung und Erweiterung der Gefässe in der Tiefe von der Mucosa und deren unterliegendem Gewebe in den Kuchen hinein. Die Knospung der Zotten ist aber intensiver und überwiegt die Bindegewebsneubildung, so dass zuletzt dieses nur zur Herstellung des Balkennetzes dient, welches die Gefässe trägt und von den Drüsenzellen und den Zottenenden ausgefüllt ist.

Während nun so die Zwischensubstanz der Drüsen immer spärlicher wird, schwindet auch die Drüsenmembran durch Druck; aber die Drüsenzellen vermehren sich unter reichlicher

Zufuhr von den erweiterten Capillaren her sehr lebhaft. Von dem wandständigen Epithel aus bilden sich immer neue Zellen, welche aber eben so rasch zu Grunde gehen, und zwar hauptsächlich durch fettige Metamorphose. Sie liefern, was ja auch frühere Beobachter schon gemeint, das Ernährungsmaterial für den Fötus, welches — nachdem es noch das Epithel und das Bindegewebe der Zotten durchdrungen hat und dort gewiss weiter verändert ist — von den fötalen Gefässen aufgenommen wird. Diese Zellen scheinen also wirklich die Secretionszellen anderer Drüsen zu vertreten. Dagegen haben die Zellen des Zottenepithels für den Stoffverkehr wohl nur eine untergeordnete Bedeutung, da ihre Vermehrung än älteren Präparaten abgeschlossen ist, dieselbe auch nur für Bildung neuer Zotten bestimmt ist. Auch erscheint es nicht unwahrscheinlich, dass das Netz sternförmiger Zellen im Zottenstamme nicht blos zur Bildung neuer Gefässe, sondern auch zur Fortleitung des Ernährungsmaterials dient, und in dieser Beziehung ist vielleicht das Vorkommen feiner Fettkügelchen in denselben nicht ohne Bedeutung.

Wie Eingangs erwähnt, ist in der Hoffnung, über die Zusammensetzung jenes Ernährungsmaterials Genaueres zu erfahren, die Uterinmilch von Hrn. Dr. Thiry einer chemischen Untersuchung unterworfen. Obgleich diese durch unsere Trennung nicht zum Abschlusse kam, so theile ich die Resultate derselben, welche im Allgemeinen mit den Angaben Schlossberger's (a. a. O.) übereinstimmen, doch mit, ohne diesem in seinen Betrachtungen über das Verhältniss der Uterinmilch zu dem Brustdrüsensecrete zu folgen:

Der Saft des mütterlichen Theiles der Placenta differirte in Nichts von dem des fötalen Antheiles. — Es fanden sich mit Ausnahme der unorganischen Salze in der Uterinmilch keine solchen Stoffe, welche der Milch vorzugsweise eigen sind (Caseïn, Milchzucker). Die Abwesenheit des Milchzuckers wie jeder anderen ächten Zuckerart ergab sich daraus, dass das wässrige Extract der Cotyledonen Kupferoxyd in alkalischer Lösung nicht reducirte; dass diese Reaction selbst dann nicht zu erhalten war, wenn man mit verdünnter Schwefelsäure gekocht oder mit Speichel digerirt hatte, zeigt, dass auch keine Substanz vorhanden, welche durch diese Mittel in Zucker übergeführt werden kann — also kein Glycogen. Gewisse dem Caseïn eigene Reactionen in demselben Extract, aus welchem das Albumin durch Erwärmen entfernt worden war, gehörten einerseits vorhandenem Mucin, andererseits einer geringen Menge beigemischten Glutin's an, welches ja leicht

durch Kochen aus fötalem Bindegewebe entsteht. Man ersieht also, dass die Uterinmilch ihren Namen nicht ihrer chemischen Zusammensetzung wegen verdient.

Zur Ermittlung der Extractivstoffe — auf welche das Augenmerk besonders zu richten — wurde nur der Niederschlag, welcher aus dem wässrigen Auszuge der in heisses Wasser eingetragenen Cotyledonen nach Entfernung der Phosphorsäure und Schwefelsäure durch salpetersaures Quecksilberoxyd entsteht, untersucht. Abgesehen von einigen nicht zweifellos erkannten Stoffen (Allantoin) wurde auf diesem Wege mit Sicherheit (besonders in den Placenten des Schafes) nur das auch sonst im Körper der Wiederkäuer weit verbreitete Xanthin nachgewiesen, und zwar durch die Reaction mit Salpetersäure und Kali, sowie durch Darstellung der Silberverbindung. Spuren von Kreatin und Kreatinin wurden auf bekannte Weise gefunden.

Diese vorläufigen Untersuchungen ergeben wenigstens, dass von den meisten der bekannten Stoffe der rückschreitenden Metamorphose beträchtlichere Mengen nicht vorhanden, dass aber auch ausser Albumin keine eigenthümlichen Eiweisskörper und ausser Fett keine anderweitigen stickstofffreien Substanzen, weder im fötalen noch im mütterlichen Theile der Wiederkäuerplacenta sich vorfinden. Ein Bild von der Zusammensetzung der Placenta des Schafes mögen folgende Zahlen geben; sie bestehen in 100 Theilen aus

84.784	Wasser
12.46	Albuminaten
1.606	Fetten
1.15	unorganischen Salzen.
100.	

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Bewegung der Blase.

Von

Julius Budge,

Professor in Greifswald.

Zweite Abtheilung.

In dem ersten Theile dieser Abhandlung habe ich durch Versuche nachgewiesen, dass durch Reizung der pedunculi cerebri ganz constant eine Zusammenziehung der Blase eintritt. Obgleich sich gegen die Beweiskraft dieser Versuche kaum etwas einwenden lässt, so war dennoch zu befürchten, dass dieselben nicht eine so allgemeine Anwendung erfahren würden, als es der Wichtigkeit des Gegenstandes gemäss wünschenswerth erschien. Es ist nämlich eine sehr eingreifende Operation, das Gehirn blosszulegen und in die Tiefe desselben durch Wegnehmen vieler Theile einzudringen, ehe man zu dem Orte gelangt, den man zu untersuchen hat. Die Blutung ist dabei immer mehr oder weniger bedeutend, oft recht stark. Das Athmen und der Herzschlag werden verändert, ehe man noch die eigentliche Reizung beginnt, und das zum Experiment bestimmte Thier lebt nicht lange. Aus diesen Gründen sann ich darauf, den genannten Uebelständen entgegen zu wirken, was mir auch vollständig gelungen ist. Ich führe nämlich durch die Schädeldecken hindurch in jeden pedunculus einen Kupferdraht und setze denselben mit den Electroden eines Inductionsapparates in Verbindung. Bei der kleinen Stichwunde ist die Blutung höchst gering, der Versuch wird dadurch so vereinfacht, dass er sehr gut in der

Vorlesung, selbst vor einem grossen Auditorium, angestellt werden kann. Sobald die Kette geschlossen wird, so zieht sich nach wenigen Secunden die Blase stark zusammen und an einem mit der Blase in Verbindung gesetzten Manometer sieht man das Wasser in die Höhe steigen. — Die Herren Professoren Bardeleben, Grohe, Rühle, die Herren Doctoren Landois und Sommer haben von der Constanz des Versuchs sich überzeugt.

Ich will einige hieher gehörige Versuche etwas ausführlicher mittheilen, um Jeden in den Stand zu setzen, sie zu wiederholen.

Nachdem der zu operirende Hund auf das Operirbret in der Rückenlage festgebunden war, wurde die Bauchhöhle geöffnet, die Blase eingeschnitten und mit derselben eine mit einer Millimeterskala versehene, theilweis mit Wasser gefüllte Manometerröhre in Verbindung gebracht (s. diese Zeitschrift XXI. p. 4). Hierauf wurde durch die Mittellinie des Schädels ein Schnitt bis auf den Knochen gemacht und beiderseits die Haut ein Stück weit abgelöst, was bekanntlich sehr leicht geschehen kann, ohne dass man nothwendig hat, einen Kreuzschnitt zu machen. Sodann wurde mit einem Pfriemen die gleich anzugebende Stelle des Schädels angebohrt. Sie liegt 2—3 Mm. von der Mittellinie entfernt, im Scheitelbeine und zwar der breitesten Stelle des Schädels entsprechend, etwa 16 Mm. hinter der Sutura coronaria, 3 Mm. vor dem Os interparietale. In diese Oeffnung wird ein langer Kupferdraht senkrecht eingeführt, bis man an den Knochen der Basis gelangt ist, was sich leicht durch das Gefühl erkennen lässt. Diese Prozedur wird erst an der einen, dann an der andern Seite vorgenommen.

Man hatte vorher sich diese Stelle an dem Kopfe eines todten Hundes festgestellt. Sie bezeichnet nämlich deu Ort, an welchem der pedunculus cerebri getroffen werden kann. Der Stichkanal geht nahezu 2 Mm. vor dem vordern Ende des tentorium cerebelli vorbei, durch den vordern Vierhügel.

Jeder der eingestochenen Kupferdrähte wurde mit einer Electrode des Inductionsapparates durch eine Klemmschraube verbunden. Die primäre Kette, welche durch ein Daniell'sches Element hergestellt war, blieb noch geöffnet. Die inducirte Rolle stand von der inducirenden um 60 Mm. entfernt. — Sobald nun die Kette geschlossen wurde, entstand im ganzen Körper augenblicklich eine Erschütterung, in Folge welcher das Wasser in der Röhre sich 3—4 Mm. hob, dann wieder sank und vollständig ruhig stehen blieb. Es dauerte nun

2—4 Secunden, dann fing das Wasser allmälig zu steigen an. In verschiedenen Versuchen stieg es um 20, 40, 65 Millimeter. Nachdem einmal 10 Secunden lang gereizt worden war und der Wasserstand 70 Mm. betrug, blieb nach der Reizung das Wasser auf derselben Höhe noch einige Secunden stehen, dann fiel es ganz allmälig, erst langsam, dann rascher, zuletzt wieder äusserst langsam; es vergingen 45 Secunden, ehe das frühere Niveau wieder erreicht war.

(In den meisten Versuchen stieg das Wasser höher, als 70 Mm., z. B. in einem, bei dem Prof. Bardeleben zugegen war, um 120 Mm.)

Nachdem wiederholt sich der oben angegebene Erfolg, welcher auch an der Blase selbst deutlich durch starke Einschnürungen bemerkbar war, gezeigt hatte, wurde das Rückenmark in der Brustgegend durchschnitten und dann wiederholt die Kette geschlossen, ohne dass die geringste Wirkung eintrat.

In einem andern Versuche wurden, nachdem man sich von der Einwirkung der pedunculi auf die Blase überzeugt hatte, die beiden N. vagi und sympathici cervicales durchschnitten und dann die Reizung wiederholt, ohne dass dadurch der Erfolg sich verändert hatte. Sodann aber wurden diejenigen Blasennerven, welche von den Kreuzbeinnerven herkommen, bevor sich dieselben mit den dem plexus hypogastricus angehörigen Zweigen vereinigt hatten, erst auf der einen Seite durchgeschnitten, und dann die Kette geschlossen. Das Wasser stieg in der Röhre zwar nicht mehr so hoch, als vorher, aber doch noch ganz deutlich. Nachdem aber auch noch an der andern Seite die Durchschneidung gemacht war, sah man keine Spur von Contraction mehr, weder an der Blase selbst, noch an der Wassersäule.

Man konnte hieraus schliessen, dass der Faserzug, welcher von den pedunculi aus die Blase zur Bewegung veranlasste, seinen Weg nicht durch die plexus hypogastrici nimmt. — Um dies noch sicherer zu constatiren, wurde folgender Versuch gleichfalls an einem jungen Hunde angestellt. Alle Vorbereitungen waren, wie oben beschrieben, getroffen worden; die Bauchhöhle geöffnet, der Gehirnstich gemacht. Die Blasencontraction stellte sich, wie gewöhnlich, ein, sobald die Kette geschlossen worden war. Nun wurde der canalis sacralis aufgebrochen und von Neuem gereizt, um zu sehen, ob nicht etwa durch die Erschütterung der Nerven die Bewegungsfähigkeit der Blase gelitten hätte. Der Erfolg lehrte, dass dies nicht der Fall war. Nun schnitt man die Wurzeln des

3. und 4. Sacralnerven der einen, die des 4. auf der andern Seite durch. Es war also nur noch ein Blasennerv (der 3.) in Verbindung mit der Blase. Jetzt wurde wieder die Kette geschlossen, das Wasser stieg auch jetzt noch, aber bedeutend weniger als vorher. Endlich trennte man auch die Wurzeln des noch unversehrten 3. Sacralnerven, und hierauf war jede Spur von Bewegung verschwunden, wenn man die pedunculi reizte. Selbst bei übereinander geschobenen Rollen sah man keine Veränderung am Wasserspiegel. — Als aber die Drähte in den canalis sacralis eingesetzt wurden, war eine bedeutende Steigerung von mehr als 100 Mm. sogleich vorhanden.

Auch bei Kaninchen habe ich den Gehirnstich auf ähnliche Weise ausgeführt. Wenn der Versuch gelingen soll, so muss natürlich die Blase beweglich genug sein. Sieht man nach Eröffnung des Unterleibs die gefüllte Blase sich nicht nach directer Reizung contrahiren, so kann man auch nicht erwarten, dass von den Nerven aus eine Wirkung sich erzielen lässt. Sonst aber treten die Resultate sehr prompt ein. Der Einstich in den Schädel fällt ungefähr 2 Mm. neben die Mittellinie, 5 Mm. vor die spina occipitalis externa, in gleicher Flucht mit dem hintern Rande des äussern Gehörganges. Er geht dann durch das kleine Gehirn hinter den hintern Vierhügeln. Die Thiere bleiben nach der Operation nicht so lange am Leben, als dies bei Hunden der Fall ist. —

Bei einem alten Kaninchen, bei welchem 5 Mal hinter einander die Kette geschlossen und geöffnet wurde, stieg der Wasserspiegel 110, 75, 50, 45, 90 Mm.; nach sodann vorgenommener Durchschneidung der nn. lumbares und der obern Sacralnerven noch 90 Mm. Bald trat indess ein stertoröses Athmen ein und der Tod erfolgte ziemlich plötzlich. Bei diesem, sowie einem andern Kaninchen, an dem derselbe Versuch gemacht worden war, öffnete man unmittelbar nach dem Tode die Brusthöhle. Das Herz war mit Blut gefüllt und vollkommen reizlos. Die stärksten elektrischen Schläge, auf die Musculatur des Herzens angewandt, brachten kaum ein leichtes Zittern hervor. Auch Entleerung der Herzhöhle, Durchschneidung der nn. vagi hatten keine Wirkung auf den Herzschlag.

Ganz constant sah ich ebenso, wie die Blase, sich auch den Mastdarm bewegen, wenn die pedunculi in der angegebenen Weise gereizt wurden. Gewöhnlich tritt diese Erscheinung noch früher am Mastdarm, als an der Blase ein und dauert länger nach der Reizung noch fort. Sogar nach ein-

getretenem Tode hat man eher Aussicht auf Wirkung vom Mastdarm, als von der Blase aus. — Die ductus deferentes kamen seltner in Thätigkeit, als die eben genannten Organe. Jedoch muss man bemerken, dass eine geringe Bewegung derselben viel schwieriger zu erkennen ist. Indess ist der Einfluss der pedunculi auf diese Theile unzweifelhaft. Eine interessante Beobachtung hierüber habe ich an einem Kaninchen gemacht. Als bei demselben, ohne die Bauchhöhle zu eröffnen, der Stich in den Schädel gemacht und die Drähte eingesetzt waren, so sah man alsbald, nachdem die Kette geschlossen war, weisse Flüssigkeit aus der Harnröhrenöffnung des etwas erigirten Gliedes hervordringen, welche unter dem Mikroskope zahllose, sich bewegende Samenfäden und Samenzellen zeigte. Bei wiederholter Reizung kamen von Neuem Tropfen von Samen heraus. — Ich habe bis jetzt diesen Gegenstand nicht weiter verfolgt.

Nach dieser Abschweifung kehren wir wieder zur Betrachtung der Blasennerven zurück. — Nachdem hinlänglich constatirt war, dass von den pedunculi cerebri ein Faserzug durch das ganze Rückenmark hindurch bis zu dem 3. und 4. Blasennerven hindurchgeht und dass es keinen andern Weg gibt, namentlich auch nicht durch den plexus hypogastricus, auf welchem dieser Faserzug liegt, so sind es zwei Fragen, welche zunächst uns entgegentreten. Es muss untersucht werden, welcher Natur die Fasern sind, welche gereizt werden, und dann, von welchen Stellen aus dieselben angeregt werden können.

Man könnte vermuthen, dass dieselben Nervenprimitivfasern, welche in den motorischen Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven liegen, vom pedunculus sich ohne Unterbrechung bis zu jenen Wurzeln erstrecken. Aus den bis jetzt mitgetheilten Versuchen ergibt sich kein Umstand, welcher einer solchen Annahme entgegen wäre. Die anatomischen Untersuchungen des Rückenmarks haben hingegen gelehrt, dass die motorischen Wurzeln im Rückenmarke enden und nicht durch dasselbe in die Höhe steigen. Man muss hiernach also annehmen, dass die Vermittelung zwischen den Sacralnerven und den Centraltheilen nur durch die Ganglienkörper erfolge, und dass die in den pedunculi oder einem Rückenmarkstheile entstandene Erregung sich auf die Ganglienkörper der motorischen Blasennerven übertrage. Es ist sogar wahrscheinlich, dass man sich den Faserzug von den pedunculi bis zu den Ganglienkörpern dieser Nerven nicht als einen ununterbrochenen Strang von Fasern zu denken habe, sondern wie

einen Knotenstrang, wie Fasern, welche von Stelle zu Stelle von Ganglienzellen unterbrochen sind. Hiernach würde also eine Faser, welche zu den motorischen Blasennerven in Beziehung steht, von einem pedunculus eine Strecke weit verlaufen, in eine Ganglienzelle münden und von derselben Zelle eine andere Faser von derselben Art ausgehen und diese in eine zweite tieferliegende Ganglienzelle führen u. s. w. Hiefür spricht eine Beobachtung, auf die wir gleich ausführlicher zurückkommen. Man kann nämlich von verschiedenen sensiblen Nervenwurzeln aus auf das Rückenmark und indirect auf die motorischen Blasennerven wirken. Die anatomischen Untersuchungen machen es aber wahrscheinlich, dass die Uebertragung der Erregung sensibler Nerven auf motorische Nerven nur von Ganglienzellen der hintern zu Ganglienzellen der vordern grauen Substanz erfolgt, und wenn dies sich so verhält, so hat unsere oben gemachte Voraussetzung über den Faserverlauf, wie mir scheint, Vorzüge. Ohne Zweifel lassen sich noch andere Hypothesen aufstellen und die erwähnte soll auch nur dazu dienen, andere Thatsachen zu veranlassen, welche ihr zur Begründung oder zur Widerlegung dienen können.

Ob die spinalen motorischen Blasenfasern, wie wir diejenigen Nervenfasern nennen wollen, welche sich vom pedunculus bis zu den Kreuzbeinnerven erstrecken, eine andere functionelle Natur haben, als die motorischen Wurzelfasern des 3. und 4. Sacralnerven, dafür liegen noch zu wenige Thatsachen vor, um einen bestimmten Ausspruch zu rechtfertigen. Nur das eine Factum liesse sich hier zur Sprache bringen, dass die Reizbarkeit in den spinalen Fasern ungleich rascher aufhört, als an der Stelle des Rückenmarks, von welcher die motorischen Wurzelfasern hervorkommen. Freilich ist es richtig, dass die Reizbarkeit um so rascher aufhört, je näher dem Gehirn die Nervenstelle liegt, worauf ich schon in dem ersten Theil dieser Abhandlung (Zeitschr. XXI. p. 11) hingewiesen habe. — Jedoch ist der Unterschied sehr bedeutend. Daher kommt es, dass, wenn das Rückenmark blossgelegt wird, man oft nur in der Gegend des 5. Lendenwirbels in Folge einer Reizung Blasenbewegung eintreten sieht, dieselbe aber an den obern Lendenwirbeln, an den Brustwirbeln vermisst. Herr Gianuzzi (Compt. rend. 1863) hat daher angenommen, dass an dieser Stelle das Centrum der Sacralnerven, welche für die Blase bestimmt sind, sich befinde. — Wenn sich nun ferner Thatsachen noch beibringen lassen, welche zur Annahme berechtigen, dass die spinalen motorischen Blasenfasern anderer Natur sind, als die motorischen Wurzel-

fasern der Blase, so müssten wir statuiren, dass jene anregend auf diese wirkten.

Wir wollen uns nun nach denjenigen natürlichen Veranlassungen umsehen, welche die spinalen motorischen Blasenfasern in Thätigkeit zu versetzen im Stande sind. Wir können zwei solcher Ausgangspuncte bezeichnen, nämlich das Gehirn und viele sensible Nerven, oder mit andern Worten wir können einen cerebralen und einen reflectorischen Erregungsherd nachweisen.

Dass das Gehirn einen Einfluss auf die Blasennerven ausüben muss, scheint schon aus den oben angegebenen Versuchen hervorzugehen. Wenn nachgewiesen ist, dass motorische Fasern von dem pedunculus cerebri sich durch das ganze Rückenmark entlang bis zur Blase hin erstrecken, so muss auch nothwendig angenommen werden, dass normale Erregungsmittel vorhanden sind, welche diese Nerven antreiben. Diese Erregungen wirken nicht beständig, sonst würde ein unaufhörlicher Drang zum Uriniren vorhanden sein; sondern vielmehr nur unter gewissen Umständen, von denen wahrscheinlich noch nicht alle bekannt sind. Man kennt namentlich als Ursachen zur Blasencontraction Gemüthsaffecte. Da dieselben erwiesener Massen das grosse Gehirn afficiren, und weil sie von gewissen Vorstellungen ausgehen und die Vorstellungen zu ihrem Entstehen das grosse Gehirn bedürfen, so kann man auch folgern, dass, wenn Gemüthsaffecte Blasencontractionen veranlassen, diese einer Erregung der pedunculi durch das grosse Gehirn ihre Entstehung verdanken. Das grosse Gehirn wird also, durch gewisse Vorstellungen angeregt, ebenso auf die pedunculi wirken, wie dies der elektrische Strom zu thun fähig ist. Die Wissenschaft ist indess noch nicht im Stande, darüber Aufschluss zu geben, welche Theile des Gehirns es sind, die in Thätigkeit durch gewisse Vorstellungscombinationen gesetzt werden, um auf die pedunculi zu wirken und Blasencontraction hervorzurufen; ebenso wenig, wie sich noch davon reden lässt, welcher Art diese Thätigkeit ist, die im grossen Gehirn entsteht, wenn Vorstellungen überhaupt und wenn bestimmte Vorstellungsreihen sich gestalten. Wir müssen uns begnügen, einigermassen einsichtlich gemacht zu haben, dass durch den Contact gewisser in Thätigkeit gebrachter Gehirnmassen, die jedoch noch unbekannt sind, mit Fasermassen oder wahrscheinlich zunächst mit Ganglienzellen der pedunculi eine Erregung der letztern und dadurch Blasencontraction entstehen kann.

Wir haben dabei vorausgesetzt, dass die Gemüthsaffecte,

welche diese Wirkung hervorbringen, auf das Gehirn wirken und dieses direct auf die pedunculi. Es ist aber noch eine andere Annahme möglich, welche wir nicht unerwähnt lassen dürfen. Man kann sich nämlich denken, dass die Gemüthsaffecte zwar das Gehirn afficiren, aber dass in Folge davon durch Vermittlung der Herznerven eine Veränderung im Blutdrucke entsteht, und auf diesem Wege die pedunculi erregt werden. Welche Reizungsart die Natur anwendet, darüber fehlt uns bis jetzt noch die Untersuchung.

Es lässt sich endlich noch ein Einwand gegen die Beweisfähigkeit der Erscheinung überhaupt machen. Wenn es nämlich sich auch nicht bestreiten lässt, dass Gemüthsaffecte auf das Gehirn wirken, und dass Gemüthsaffecte Entleerung der Blase hervorzubringen vermögen, so könnte man doch auch daran denken, dass durch jene Veranlassung eine veränderte, resp. vermehrte Urinsecretion entstehe und dadurch die Erscheinung bedingt würde. Die auf Furcht und Schreck bei Menschen und Thieren folgende Urinentleerung kommt indess so rasch zu Stande, dass es wenigstens wahrscheinlich ist, es seien die Blasennerven und Muskeln die primär betheiligten Organe. — Indess bedarf auch dieser Gesichtspunct noch einer eingehenderen Untersuchung.

Das Gehirn ist jedenfalls nicht der einzige Angriffspunct, von welchem aus die motorischen Blasennerven zur Thätigkeit erweckt werden. Einen zweiten bilden, wie schon erwähnt, die Gefühlsnerven. Man konnte zu diesem Ausspruche schon durch Erfahrungen an gesunden Menschen und Thieren geleitet werden, da z. B. die gefüllte Blase bei vielen Menschen ein plötzliches Zusammenfahren hervorruft, was auf einen Zusammenhang der Gefühlsnerven der Blase mit dem Rückenmarke schliessen lässt. — Mit grosser Sicherheit lässt sich jedoch auf experimentellem Wege die Beziehung zwischen den Gefühls- und Bewegungsnerven der Blase nachweisen. Dieselbe hätte an sich gar nichts Besonderes, sie bietet aber grade bei der Blase wegen der Eigenthümlichkeit des Verlaufs der Gefühlsnerven Interesse. Die Bahn nämlich, in welcher dieselben liegen, ist der n. sympathicus im Unterleibe. Ich muss gestehen, dass es mich nicht wenig frappirt hat, als wider alles Erwarten ich in diesem Nerven die motorischen Fasern vergebens suchte. Es war so ganz gegen alle meine Voraussetzungen, dass ich immer wieder und wieder untersuchte, um zu einem sichern Resultate zu gelangen.

Wenn man überzeugende Versuche anstellen will, muss man Hunde anwenden und zwar am besten nicht zu junge. Wes-

halb sich Kaninchen wenig eignen, davon kann ich erst weiter unten handeln.

Wird der n. sympathicus, nachdem die Bauchhöhle geöffnet ist, aufgesucht, ein Glasstäbchen unter eine Stelle des Stammes desselben gelegt und diese gereizt, so entsteht alsbald Bewegung der Blase, zugleich aber gibt das Thier Zeichen von Schmerz zu erkennen, welche niemals fehlen. Durchschneidet man den Nerven und reizt das obere der Bauchhöhle nähere Stück, so entsteht gleichfalls Blasencontraction. Werden hingegen von diesem Stücke alle rami communicantes sorgfältig abgeschnitten, so dass der Stamm ohne alle Verbindung mit dem Rückenmarke, wohl aber noch mit dem plexus hypogastricus ist, so ist jede Reizung ohne Einfluss auf die Blase.

Es wird nothwendig sein, dass ich einige Detailversuche mittheile, weil dies zum Verständnisse des Gegenstandes wesentlich beiträgt. Am 19. August 1863 wurde einem grossen männlichen Hunde, nachdem er auf das Operirbret befestigt war, die Bauchhöhle eröffnet. Beim Heraustreten der Gedärme und des Magens wurde das Thier unruhig, der Magen blähte sich ungeheuer auf, indem Luft fort und fort geschluckt wurde. Bei Druck des luftgefüllten Magens entstanden mehr oder weniger starke Brechbewegungen. — Um einen Kreuzschnitt in den Bauchwandungen zu machen, wurde zuerst zur Vermeidung der Blutung jederseits die a. epigastrica doppelt unterbunden und zwischen den Unterbindungsstellen die Haut und Muskeln durchschnitten, kleinere spritzende Arterien oder störende Venenblutungen durch Anlegen von Klemmpincetten für das weitere Operiren unschädlich gemacht. — Hierauf wurde an der Innenseite des m. psoas der Stamm des linken n. sympathicus aufgesucht, was leicht gelingt. (Zuweilen ist es erspriesslich, eine oder die andere a. lumbaris doppelt zu unterbinden, was von Umständen abhängt.) Sodann wurde in der angegebenen Weise mit der Blase eine Manometerröhre in Verbindung gesetzt und bei einem Abstand der beiden Rollen des Inductionsapparates von 60 Mm. der durch Glas isolirte Nerv dicht oberhalb der Bifurcation der Aorta gereizt, wobei das Thier Schmerzäusserungen zeigte. Das Wasser stieg um 10, 12, 15 Mm. bei dreimaliger Wiederholung des Versuchs. Nun wurde in der Nähe der Zwerchfellschenkel in derselben Weise der Nerv galvanisirt, es traten auch hier wieder Erscheinungen ein, welche auf Schmerz deuteten, das Wasser stieg 22 Mm. Nachdem man sich noch einige Mal von der Wirkung überzeugt hatte, wurde unterhalb der eben gereizten

Stelle mit einer scharfen Scheere der Nerv durchgeschnitten und zwischen beide Enden ein Glasplättchen aufgestellt. Hierauf reizte man wieder sowohl oberhalb, als unterhalb der Durchschnittsstelle. Nach der ersten Einwirkung hob sich rasch die Wassersäule wieder um 22 Mm., nach der zweiten hingegen fehlte sowohl der Schmerz, als auch die Bewegung der Blase, das Wasser blieb auf seinem Niveau. Der durchschnittene Theil befand sich zwischen zwei Ganglien, das obere Ende stand daher durch centripetale Fasern mit dem Rückenmarke in Verbindung, das untere nicht. — Man isolirte nun durch einen Glasstab einen weiter abwärts (gegen das promontorium hin) liegenden Theil des n. sympathicus, welcher wiederum zwischen zwei Ganglien lag, und galvanisirte denselben. Es hob sich alsbald die Wassersäule, jedoch weniger, als vorher. Bei Wiederholung der Reizung zeigte sich derselbe Erfolg. Man schnitt nun die r. communicantes, welche von dem höher gelegenen Ganglion abgingen, durch, liess das Glasstäbchen aber unverrückt liegen, reizte von Neuem, jedoch ohne alle Wirkung. Es stand bei diesem Versuche das gereizte Nervenstück durch keine centripetalen Fasern mehr in Verbindung mit dem Rückenmark. Denn über dem Ganglion war, wie gesagt, der Stamm durchgeschnitten und die rami communicantes bestanden auch nicht mehr. — Man stellte nun in ähnlicher Weise einen dritten Versuch an, indem man wiederum zwischen zwei Ganglien den Stamm reizte, dann wieder die rr. communicantes durchschnitt und von Neuem reizte. Der Erfolg war ganz wie vorher. —

Das allgemeine Resultat war mithin das, dass im n. sympathicus Gefühlsfasern verlaufen müssen, von denen an den Stellen, an welchen Ganglien liegen, einzelne durch die r. communicantes zum Rückenmarke verlaufen und ein Theil im Stamme selbst weiter in die Höhe geht. — Bei Hunden lehrt der Versuch, dass bis zum Eintritte in die Brusthöhle dies der Fall ist. —

Denselben Versuch stellte ich ganz unter denselben Umständen und mit demselben Erfolge bei einem andern Hunde an. Die einzige Modification, welche ich machte, bestand darin, dass ich anstatt der Durchschneidung des Nerven Unterbindung desselben anwendete.

Bei einer Hündin wurde in einem analogen Versuche darauf geachtet, ob es einen Unterschied ausmacht, wenn man den n. sympathicus in der Nähe des promontorium oder in der Nähe des Zwerchfells reizt. In der That zeigte sich ein solcher, höher oben war nämlich der Erfolg viel stärker, als

unten. Es erklärt sich dies Verhalten wahrscheinlich aus Folgendem. Der Stamm des n. sympathicus steht nicht direct mit der Blase in Verbindung, sondern durch die im plexus hypogastricus liegenden Fasern. Man muss also annehmen, dass Gefühlsfasern der Blase durch den plexus hypogastricus gehen und durch die Verbindungsfäden zwischen diesem plexus und dem sympathicus zu dem letztern und von diesem, wie schon erwähnt, in den einzelnen rami communicantes zu dem Rückenmarke gelangen. — Nun geht bei Hunden der Hauptast des plexus hypogastricus, welcher für die Blase bestimmt ist, hauptsächlich von den obersten Lendennerven aus. Hier wird also voraussichtlich die relativ grösste Menge von Gefühlsfasern der Blase zum Rückenmark hingehen. Ich will hier auf das anatomische Verhalten nicht weiter eingehen, behalte dies vielmehr einer spätern Publication vor.

Bei demselben Versuchsthiere wurde zweitens darauf geachtet, ob durch Reizung der motorischen Sacralwurzeln eine stärkere Blasencontraction erzeugt werden könne, als durch die des n. sympathicus. Hier war der Unterschied sehr bedeutend, während durch Einwirkung auf die Sacralnerven das Wasser in der 4 Mm. dicken Röhre mehr als 250 Mm. stieg, erreichte es durch Galvanisation des sympathicus eine 10mal geringere Höhe.

Auch bei Kaninchen zeigte der Stamm des n. sympathicus darin vollständige Uebereinstimmung mit dem von Hunden, dass auch er nur centripetale Fasern enthält; hingegen unterscheidet er sich dadurch, dass man oberhalb der Gegend des 4. bis 6. Lendenwirbels keine Wirkung mehr zu erzielen im Stande ist, wenn man den genannten Nerven reizt. — Es bestätigte sich meine Angabe, welche ich vor mehren Jahren (s. Virchow's Archiv 1858. Bd. 15. p. 115) machte, dass nur bis etwa zum 5. Lendenwirbel Bewegung der Blase (sowie auch der ductus deferentes, der Tuben, des Mastdarms) bei Kaninchen vom n. sympathicus erregt werden kann. In dieser Gegend liegt ein Ganglion, dessen rami communicantes die letzten sind, welche Gefühlsfasern der Blase zum Rückenmarke führen. Wenn man diese und die weiter abwärts liegenden rami communicantes alle durchschneidet, so wirkt der n. sympathicus nicht mehr auf die Blase. Weil ich in meinen frühern Versuchen dies nicht gethan habe, beging ich den Fehler, den n. sympathicus für einen Nerven zu halten, welcher der Blase motorische Fasern zuführt. Schneidet man oberhalb dieses Ganglion den Stamm durch, so hat dies selbstverständlich gar keinen Einfluss auf den Erfolg der Reizung. —

In welchem Zusammenhange der sich auf eine kürzere Strecke des n. sympathicus ausdehnende Verlauf der Gefühlsnerven der Blase beim Kaninchen mit der gesammten Organisation des Thieres steht, lässt sich aus den vorliegenden Thatsachen noch nicht beurtheilen. Zunächst müsste nämlich ermittelt werden, ob die Kaninchenblase überhaupt weniger Gefühlsfasern enthält, als die des Hundes, natürlich im Verhältniss zur Grösse des Thieres und Organes, was auf dem Wege des Versuches auszumachen, von mir jedoch noch nicht in Angriff genommen ist. Gesetzt, die Quantität, vielleicht auch die Qualität der bezeichneten Gefühlsfasern sei wirklich geringer beim Kaninchen, als beim Hunde, so liesse sich vielleicht die Trägheit der Kaninchenblase theilweise erklären, vielleicht sogar die Schwierigkeit oder wahrscheinlich die Unmöglichkeit, dass die Kaninchen nicht daran zu gewöhnen sind, ihren Harn in der Blase zurück zu halten, was bei Hunden so leicht geschehen kann. Alles das sind aber Fragen, welche noch in weitem Felde liegen und an die man nicht eher herangehen kann, bis alle näher liegenden erledigt sind.

Während bei Kaninchen der Faserverlauf im n. sympathicus andere Verhältnisse zeigt, als bei dem Hunde, findet sich auch eine Verschiedenheit im Alter. Ich habe in dem ersten Theile dieser Abhandlung bemerkt, dass junge Hunde sich vorzüglich dazu eignen, um den Nachweis zu liefern, dass die motorischen Blasennerven vom pedunculus an durch das ganze Rückenmark hindurch angeregt werden können. In Betreff des n. sympathicus kann ich das nicht sagen. Bevor ich noch eine Röhre in die Blase einband und auf diese Weise auch kleine Blasenbewegungen beobachten konnte, war es mir in vielen Fällen gar nicht klar geworden, ob überhaupt eine Bewegung zu Stande kommt oder nicht, wenn man den Stamm des n. sympathicus reizt. In einzelnen Fällen zeigte sich die Wirkung auch bei blosser Ansicht der Blase unzweifelhaft und jedes Bedenken schwand, wenn man am Wasserspiegel beobachtete. Aber nichts desto weniger stellte sich doch heraus, dass die Reizbarkeit der in Betracht kommenden Nerven bei jungen Hunden beträchtlich geringer ist, als bei alten. Ich habe bei der grossen Menge von Beobachtungen, welche zur Ermittelung der Cardinalfragen angestellt werden mussten, noch nicht speziell auf diesen Gegenstand eingehen können, um auch durch Messungen bestimmtere Resultate zu erlangen, und kann also nur sagen, was mich der Augenschein lehrte. Man muss freilich in Anschlag bringen, dass das Gefühl junger Thiere überhaupt geringer ist, als das von Erwachsenen.

Bis zu welcher Höhe der Stamm des n. sympathicus beim Hunde Gefühlsfasern der Blase mit sich führt, ist in soweit aufgeklärt, dass man behaupten kann, der Cervikaltheil enthält keine mehr, hingegen wohl der Lumbartheil bis zum Zwerchfell. Ueber den Stamm des Brustsympathicus habe ich hingegen keine Versuche angestellt, weil ein solcher Versuch sehr eingreifend, mit starker Blutung verbunden ist und wenig sichere Resultate verspricht.

Wichtiger schien es mir, darüber Aufklärung zu verschaffen, ob jeder Gefühlsnerv im Stande wäre, wenn er gereizt würde, Bewegung der Blase zu veranlassen, ob also dieselbe nach Schmerz eintrete. Da nach meiner Erfahrung der n. trigeminus und der n. splanchnicus zu den empfindlichsten Nerven am Körper gehören, so habe ich diese zu Versuchen benutzt. Ich habe aber weder gefunden, wenn Trigeminus-Zweige im Gesichte und am Auge, noch wenn der Stamm des n. splanchnicus dem galvanischen Strome ausgesetzt wurde, dass die Wassersäule, welche mit der Blasenhöhle communicirte, sich änderte. Ich muss daher nach meinen bis jetzt mir vorliegenden Beobachtungen schliessen, dass nicht andere Gefühlsnerven, als die der Blase selbst Bewegungen in diesem Organe hervorzurufen im Stande sind.

Hingegen lehrt die oben angegebene Beobachtung, dass Anfüllung der Blase Schauder und leichte Zuckungen erwecken kann, dass durch jene Gefühlsnerven auch auf andere motorische Nerven, als die der Blase, influirt werden kann. Es ist das eine reflectorische Bewegung, wie man in analoger Weise auch dies vom Herzen, den Gedärmen etc. gesehen hat. Schon Herr Valentin bemerkt Phys. II, b. p. 485: „Ich sah in Einzelfällen Zuckungen eines oder beider Hinterbeine, wenn ich die Gedärme, das Gekröse, die Harnblase drückte oder auch nur mit dem Messerstiele rieb.“ Besonders beachtenswerth ist die von demselben Forscher auf derselben Seite angegebene Beobachtung, dass nach Reizung des Magens, der Leber, des Dünndarms und der Hoden keine Reflexbewegungen mehr entstanden, wenn das verlängerte Mark weggenommen war, wie auch schon Pickford gesehen hat, dass aber wenn die Blase oder der Mastdarm mit der Pincette zusammengedrückt wurden, Reflexbewegungen in den Hinterbeinen sich zeigten.

Haben wir schon gesehen, dass sensible Nerven, welche nicht zur Blase gehen, wahrscheinlich keinen Einfluss auf die Blasenbewegung haben, so musste man doch noch darüber Aufschluss verlangen, ob nicht die hintern Wurzeln des 3. und 4. Sacral-

nerven solche Wirkung äussern. Es lässt sich vermuthen, dass die Zweige, welche vom 3. und 4. Sacralnerven direkt zur Blase gehen, nicht allein motorische, sondern auch sensible Fasern enthalten. Sicher ist das freilich nicht, und man muss erst hierüber in Gewissheit sein, ehe man zu weitern Erörterungen schreiten kann. Diese Prüfung ist möglich, denn man kann die Stelle, an welcher der plexus hypogastricus sich mit den Sacralnerven vereinigt, bei Hunden und Kaninchen ganz gut erreichen, also auch die Sacralnerven allein reizen, gerade da, wo sie zur Blase treten, und ich sollte denken, man könnte auf diesem Wege zur Gewissheit gelangen, ob diese Nerven Gefühl haben oder bloss motorisch sind. Ich habe aber diese Prüfung bis jetzt noch nicht vorgenommen. — Eine andere Methode hingegen, auf welche man leicht verfallen könnte, verspricht keine bestimmten Resultate. Wenn man nämlich den n. sympathicus beiderseits exstirpirt und das operirte Thier am Leben lässt, so könnte man nach einigen Wochen die hintern Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven reizen und zusehen, ob dadurch Blasenbewegung entsteht. Wenn dann, wie sich fast mit Sicherheit vermuthen lässt, Blasenbewegung eintritt, so kann man daraus nicht schliessen, dass die gereizten Nervenfasern nicht diejenigen sind, welche zuerst aus dem plexus hypogastricus durch den Stamm des n. sympathicus gegangen und von diesem aus die genannten Wurzeln erreicht haben. Diese Fasern hängen ja mit den Wurzelganglien zusammen und verlieren deshalb ihre Reizbarkeit nicht, selbst wenn ihre peripherischen Enden exstirpirt sind.

Aus den bisher geführten Untersuchungen ging noch nicht hervor, welchen Kreis die Nervenbewegung beschreibt, welche im sympathischen Nerven beginnt. Man kann nur daraus entnehmen, dass die centripetalen Fasern in diesem Nerven gegen das Rückenmark hingehen und hier Veranlassung zu Schmerz, zu Bewegungen verschiedener Körpermuskeln, und auch zu Blasenbewegung geben. Wie der Schmerz und die andern Muskelcontractionen entstehen, gehört nicht in den Bereich unserer Untersuchung, wohl aber müssen wir erfahren, welches die centrifugalen Fasern, welche mit den im Sympathicus liegenden centripetalen Blasennerven in Beziehung stehen, sind. Wir wissen zwar, dass die motorischen Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven motorische Fasern für die Blase enthalten; wir wissen ferner, dass dies die einzigen motorischen Blasennerven sind, welche vom Gehirn und Rückenmark aus afficirt werden können, — ob aber dieselben überhaupt oder allein die sind, welche mit den sensiblen peripherischen

Blasennerven im Verhältniss stehen, darüber musste man sich durch Versuche erst belehren. Diese waren leicht anzustellen. Es wurde nämlich bei einem Hunde die Bauchhöhle geöffnet, der Sympathicus gereizt, um die Ueberzeugung zu haben, dass er reagirt, dann die Sacralnerven blossgelegt und der N. sympathicus wieder gereizt. Es zeigte sich der gewohnte Erfolg, wie vorher. Dann wurden die Sacralnerven durchschnitten und von Neuem der Sympathicus galvanisirt. Keine Spur von Contraction trat ein. — Derselbe Versuch wurde mit kleinen Modificationen wiederholt, das Resultat blieb sich gleich.

Umgekehrt wurde nun auch der plexus hypogastricus durchgeschnitten, ohne dass ein Einfluss auf die Wirkung ersichtlich war, welchen die Reizung des n. sympathicus hatte. Der Wasserspiegel stieg, wie vorher.

Hiedurch war also der Beweis geliefert, dass die Erregung der Blase, welche ihren Ausgangspunct in den sensiblen Fasern der Blasennerven hat, gerade so, wie diejenige Erregung, welche vom Gehirn ausgeht, lediglich durch Fasern der vordern Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven auf die Blasenmuskeln übertragen wird.

Bisher haben wir uns nur mit dem Stamm des n. sympathicus beschäftigt, hingegen den plexus hypogastricus noch nicht besonders beachtet. Nur das Eine konnte behauptet werden, dass die Erscheinungen, welche uns der Stamm des n. sympathicus darbot, zuerst ihren Sitz im plexus hypogastricus haben müssen. Denn der Stamm des n. sympathicus hängt mit der Blase nicht zusammen; alle Gefühlsfasern, welche derselbe führt, müssen durch den plexus gegangen sein. — Denn es wäre gar zu gezwungen, wenn man daran denken wollte, diese Fasern gingen durch die sensiblen Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven ins Rückenmark, dann durch die rr. communicantes in den Stamm des sympathicus und wieder zurück ins Rückenmark, und ich glaube nicht, auf eine solche Hypothese Rücksicht nehmen zu brauchen. Der plexus hypogastricus führt nun wirklich sensible Fasern. Wird er galvanisirt, so fehlt niemals Schmerz, wie mit Recht Herr Gianuzzi bemerkt.

Es drängte sich die Frage auf, ob nicht auch der plexus hypogastricus motorische Blasennerven enthalte. Hierüber habe ich nun gleichfalls viele Versuche angestellt, welche alle gleich-

lautend eine bejahende Antwort geben. Wird nämlich dieser plexus von allen seinen seitlichen Verbindungen getrennt und nur der Hauptfaden gelassen, dieser durchgeschnitten und das mit der Blase in Verbindung stehende Stück wohl isolirt und gereizt, so entsteht regelmässig Bewegung der Blase. — Hingegen war dieselbe stets geringer, als vor der Durchschneidung des Nerven. Dies erklärt sich leicht dadurch, dass vorher zweierlei Nerven gereizt wurden, nämlich einmal die sensiblen Nerven der Blase, welche durch den plexus hypogastricus zum n. sympathicus und durch die rr. communicantes zum Rückenmarke gehen, zweitens die motorischen im plexus centripetal verlaufenden Fasern. Ehe der plexus durchschnitten war, zeigte sich nicht nur in Folge der Reizung eine stärkere Steigerung der Wassersäule, sondern auch jedesmal Schmerz. Die stärkere Bewegung, welche nach der Reizung des unversehrten plexus entstand, hatte ihren Ursprung in zwei verschiedenen motorischen Nerven, nämlich einmal in den in demselben plexus liegenden, und zweitens in den motorischen Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven. Wird das Rückenmark in der Lendengegend zerstört, so hört der Schmerz bei Reizung des plexus auf und die Wassersäule erreicht eine viel geringere Höhe, als vorher. Wenn man nur den 3. und 4. Sacralnerven im canalis sacralis durchschneidet, so ist zwar noch Schmerz bei Reizung des plexus vorhanden, aber das Wasser steigt nur wenig, ebenso als wenn das Rückenmark zerstört ist.

Die motorischen Fasern im plexus hypogastricus stehen mithin nicht in einer Beziehung zu den sensiblen Fasern der Blase, welche in demselben plexus und resp. im Stamme des n. sympathicus, dessen rr. communicantes und den hintern Wurzeln liegen, sie stehen auch, wie oben gezeigt wurde, in keiner Beziehung zu den cerebralen Fasern, welche vom pedunculus abwärts verlaufen. Es muss also ein abgesondertes motorisches Fasersystem sein, welches entweder in den vielen Ganglien des genannten plexus, oder im Rückenmarke, oder in beiden Orten entspringen. Auch hierüber wollte ich mir Aufklärung verschaffen. Bei vier Hunden wurde das Rückenmark vom Ende der Brustwirbel an gänzlich herausgenommen, so dass in dem offenen Wirbelkanale nur noch die Nervenwurzeln lagen. Sodann wurden nach der Reihe in alle foramina intervertebralia der marklosen Wirbelsäule die Electroden eingesetzt, zuerst zwischen dem 11. und 12. Brustwirbel, die eine in das rechte, die andere in das linke, und so fuhr man fort bis zu dem canalis sacralis. Es ergab sich, dass beständig

nur ein foramen intervertebrale vorhanden ist, von dem aus man in der genannten Weise Blasenbewegung anzuregen im Stande ist, nämlich zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbel, hingegen zeigte sich in zwei Versuchen vorübergehende Wirkung zwischen 2. und 3. und zwischen 4. und 5. Lendenwirbel. Niemals zeigte sich aber Erfolg, wenn man höher herauf reizte, so schon nicht zwischen 1. und 2. Lendenwirbel; eben so wenig, wenn zwischen dem 5. und 6., oder 6. und 7. Lendenwirbel gereizt wurde. Es ist also eine ziemlich beschränkte Stelle, von welcher die im plexus hypogastricus verlaufenden motorischen Nerven der Blase ausgehen. Sie entspricht, wie auch Herr Gianuzzi angibt, ungefähr dem unter dem 3. Lendenwirbel liegenden Rückenmarkstheil, und die Fasern, welche von daher kommen, verlaufen hauptsächlich im 3. Lendennerven beim Hunde.

Ich bin, wie aus dem Obigen hervorgeht, nicht im Stande gewesen, auf reflectorischem Wege diesen Bewegungsheerd anzuregen. Ich habe auch nicht beobachtet, dass die Blasenbewegung stärker gewesen wäre, wenn ich den plexus selbst, als wenn ich an den genannten Stellen die Rückenmarksnerven gereizt hätte. Man kann zwar den stricten Beweis nicht liefern, ob nicht auch motorische Blasennerven aus den Ganglien des plexus hypogastricus entspringen, wahrscheinlich aber ist es nicht. Auf der andern Seite kann man als sicher constatirt betrachten, dass die im genannten plexus liegenden motorischen Blasennerven wesentlich aus dem Rückenmarke hervorgehen.

Meine Untersuchungen werden zunächst darauf gerichtet sein müssen, wo möglich die Function der motorischen Blasennerven, die in dem plexus liegen, in ihrer Verschiedenheit von der Function der motorischen Sacralnerven zu ermitteln.

Es gibt also zweierlei Züge von motorischen Nervenfasern für die Muskeln der Blase, der eine ist in den vordern Wurzeln des 3. und 4. Sacralnerven, der andere in dem plexus hypogastricus enthalten. Jener wird von zwei Seiten her angeregt, erstens vom Gehirn, zweitens von den sensiblen Blasennerven. Vom Gehirne zu den Sacralnerven findet die Verbindung durch die vordern Stränge des Rückenmarks Statt,

die sensiblen Nerven laufen durch den plexus hypogastricus, gehen von da zum Stamme des n. sympathicus und von diesem durch die rami communicantes aller Sacral- und Lumbarnerven zum Rückenmarke. Für die motorischen Fasern, welche (neben den sensiblen) im plexus hypogastricus liegen, ist bis jetzt eine Anregung durch sensible Nerven oder vom Gehirn aus nicht bekannt; ob sie antagonistisch zur Thätigkeit erweckt werden, wird eine weitere Untersuchung lehren.

Erklärung, die Blutuntersuchung betreffend.

Von

Dr. H. Welcker.

Als mir vor wenig Tagen einer meiner hiesigen Collegen die Mittheilung machte, dass Herr Professor Vierordt eine Erklärung gegen mich veröffentlicht habe, erwartete ich ganz andere Dinge zu lesen, als diejenigen, welche in Nachfolgendem eine kurze Erläuterung finden sollen. War ich mir doch bewusst, die von Vierordt in seinem Werke über die Stromgeschwindigkeiten gegebenen „Ableitungen" zur „exakten Bestimmung der Blutmenge" mit derjenigen Strenge besprochen und analysirt zu haben*), welche ein solches Verfahren verdient. Aber gegen diese Einwürfe will (oder kann) der Verfasser nichts beibringen, und seine Erklärung ist mir insofern interessanter durch das, was sie zu berühren vermeidet, als durch die sehr unwesentlichen Dinge, die sie mit einem Scheine von Wahrheit zu halten sucht.

Herr Professor Vierordt macht mir im 1. Hefte des XXI. Bandes dieser Zeitschrift pag. 95 den Vorwurf, dass ich in meiner jüngsten dem Blute gewidmeten Publication **) ihn mit Unrecht eines an mir begangenen Plagiates bezüchtigt habe. Ich darf versichern, dass ich aus Abneigung vor Reclamationen und aus Achtung vor der Zeit des lesenden Publicums wiederholt grössere und kleinere Funde, die ich gemacht, stillschweigend auf fremdes Conto übergehen liess, so dass mir

---

*) Diese Zeitschr., 3. R., Bd. IV., pag. 164.

**) Diese Zeitschr., 3. R., Bd. XX., pag. 280.

nichts ferner liegen kann, als unberechtigtes Inanspruchnehmen fremden Eigenthums, zumal einer solchen Bagatelle, wie die, um welche es sich hier handelt. Der Leser darf sich darum versichert halten, dass wenn ich im Nachstehenden auf einige Specialitäten der Blutuntersuchung eingehe, dies nicht geschieht, um über Prioritäten zu streiten, sondern einzig zur Abwehr des mir gemachten Vorwurfs.

Da Herr Professor Vierordt meiner vor Jahren*) gegen ihn ausgesprochenen Behauptung, dass er die Mehrzahl der von mir herrührenden Verbesserungen der Blutzählmethode stillschweigend sich angeeignet, bis dahin weder widersprochen, noch zugegeben hatte, so habe ich gelegentlich meiner letzten Arbeit die Behauptung dieser Thatsache wiederholt, ausdrücklich auf die genannte Stelle der Prager Vierteljahrschrift verweisend, woselbst die nähere Begründung meines Einspruches gegeben ist, die Stelle mithin, an welche sich ein Widerlegungsversuch Herrn Vierordt's in erster Linie hätte halten müssen. Unglücklicherweise jedoch habe ich bei jener jüngsten Erwähnung des Gegenstandes durch einen Gedächtnissfehler Herrn Vierordt eine Handhabe gegen mich gegeben, welche zu dem Scheine einer Rechtfertigung allerdings vollkommen ausreicht. Da nämlich die seit einem Decennium abgelaufene Entwicklungsgeschichte der Blutkörperchenzählung mir etwas fremd geworden, die ursprüngliche Methode Vierordt's aber, wie sie bei Anstellung meiner Versuche und bis zur Niederschreibung des grössteu Theiles meiner Abhandlung vorlag, nur unvermischtes Blut zur Volumbestimmung benutzt, so ist es mir zugestossen, dass ich der von Vierordt nachträglich empfohlenen, wenig brauchbaren Vermischung des Blutes mit Gummischleim nicht eingedenk war, und als einer der von mir angebrachten Verbesserungen nicht die Vertauschung des Gummischleimes mit 1000- bis 2000-fachen Salzwasserzusätzen, sondern die Vertauschung des unvermischten Blutes mit jenen Salzwasserverdünnungen namhaft machte.

Hierin habe ich allerdings geirrt, was ich gern bekenne. Aber darin liegt auch mein ganzes gegen Herrn Vierordt begangenes Unrecht, welches dieser feierlich, mit Anführung von Tag und Datum, mit Erstens, Zweitens, Drittens bekämpft. Die Priorität, überhaupt ein Verdünnungsmittel, und wäre es das unpassendste, zum Blute zugesetzt zu haben, vertheidigt

*) Prager Vierteljahrsschrift, 1851, pag. 63.

Vierordt aufs Energischste; gegen den Kern meines Einwurfs: neben der Salzwasserzumischung die ganze Reihe der durch die Einführung des Salzwassers erst möglich gewordenen Verbesserungen sich angeeignet zu haben, wie dies die Prager Vierteljahrsschrift an der genannten Stelle näher nachgewiesen, wird nicht ein Wort beigebracht.

Vierordt mag wohl besondere Gründe gehabt haben, sich auf jenes Citat nicht einzulassen; hätte er dies gethan, so würde er dort gefunden haben, dass ihm daselbst die Priorität der Blutverdünnung — der Zusatz des Gummischleimes — in aller Form zugesprochen ist. Aber dann wäre mit der Constatirung und Aufklärung der mir untergelaufenen Verwechslung kein Grund zu einer Verwahrung übrig geblieben.

Den Schluss von Herrn Vierordt's Erklärung bildet eine Wiederholung seines gegen die colorimetrische Blutbestimmung gerichteten Einwurfs, deren durchschnittlicher Fehler sich durchaus auf 4 Procent belaufen soll. Vierordt beruft sich hierbei auf eine Bemerkung Heidenhain's, bezüglich deren ich indessen bei einer früheren Gelegenheit bereits geltend gemacht habe*), dass Heidenhain der von ihm selbst mit so vielem Erfolge geübten Methode Unrecht thue, wenn er, bei einer mittleren Schwankung der zu einem Versuche gehörigen Einzelprüfungen um nur 2—4 Procente, sich bescheide, der Methode selbst jene Fehlergrenzen zuzuschreiben. Möglich, dass Vierordt bis dahin nur dieses Urtheil kannte. Wo aber bleibt die Billigkeit, wenn Vierordt seine Behauptung wiederholt, ja steigert, gegenüber den just an der von ihm angefochtenen Stelle (pag. 296, Note) abgedruckten Versuchen, in welchen von vier mit Namen genannten Personen, die hier zum erstenmal in ihrem Leben mit der Blutfarbenscala arbeiteten, im Endresultate keine einzige einen grösseren Fehler beging, als um 1,7 Procent? Sollte man da nicht glauben, Herr Vierordt benutze die Argumente nicht wie sie liegen, sondern wie er sie brauchen kann? Auch auf den Bericht der zu Göttingen abgehaltenen Naturforscherversammlung habe ich Herrn Vierordt vergeblich verwiesen; so füge ich denn jetzt die betreffende Stelle des dort abgegebenen Urtheils wörtlich bei. Sie lautet (Amtlicher Bericht etc., erstattet von den Geschäftsführern Baum und Listing, pag. 117):

---

*) Diese Zeitschr., 3. Reihe, Bd. IV., pag. 151.

„Mittel aus beiden Versuchsreihen“ (7 Einzelbestimmungen) „= 110,6. Dieses Mittel stimmt mit der wirklich vorhandenen Menge Blut, nämlich 110,8 C. C., so vollkommen überein, dass der Fehler kaum $^2/_{1000}$ der Menge des untersuchten Blutes beträgt.“ Der Bericht bemerkt hierzu in einer Note, dass bei Benutzung der zweiten Decimale die Mittelziehung eine noch schärfere Uebereinstimmung, nämlich „110,71“ ergeben haben würde, „und insofern würde der Fehler nur etwa $^1/_{1200}$ des Ganzen (d. i. 0,08 Procent) betragen.“

Halle, am 12. Februar 1864.

Historischer Beitrag zu Bischoff's Gewichtsbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers.

Von

E. Dursy in Tübingen.

In dem 1sten und 2ten Heft des XX. Bandes dieser Zeitschrift finde ich einen von E. Bischoff verfassten Artikel über Gewichtsbestimmungen der Organe des menschlichen Körpers. In der Einleitung beklagt sich der Verfasser über die auffallenden Mängel unserer Kenntnisse in dieser Hinsicht. Angaben über Gewichtsverhältnisse des ganzen Skeletes sowohl, als einzelner Theile zu einander existiren nach Bischoff nicht. Ebenso fehlen nach Bischoff allgemein brauchbare Gewichtsbestimmungen der Muskeln sowie einzelner Theile und Organe eines und desselben menschlichen Körpers gänzlich.

Diese Einleitung veranlasst mich, auf die Schlusslieferung meines anatomischen Lehrbuches [Lahr, 1863] zu verweisen, welche bereits ein Jahr [November 1862] früher erschien als obiger Artikel. Dort gab ich eine ausführliche von mir an vier Leichen Erwachsener ausgeführte Zusammenstellung der Gewichtsverhältnisse des Skeletes, der Muskeln, der Haut, des subcutanen Fettpolsters, und bestimmte ferner an Einer dieser Leichen die Gewichte einzelner Organe.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Ueber die Bindung und Ausscheidung der Blutkohlensäure bei der Lungen- und Gewebeathmung.

Von

Dr. W. Preyer. *)

Schöffer und Sczelkow hatten dargethan, dass das venöse Blut ausnahmslos mehr CO_2 enthält, die nur durch Säuren ausgetrieben werden kann, als das arterielle. Es musste demnach untersucht werden, auf welche Weise die Athmung vorgeht, um jenen CO_2-Atheil aus dem gebundenen in den freien Zustand zu versetzen. Holmgren hatte, indem er sein Augenmerk auf dieselbe Frage richtete, schon gefunden, dass der Sauerstoff, welcher zum venösen Blut geführt wird, die Spannung seiner CO_2 zu erhöhen vermag; er hatte dagegen unerörtert gelassen, wie sich bei jenem Vorgange die gebundene CO_2 verhalte. Die nachfolgende Abhandlung beschäftigt sich mit dieser Aufgabe; die ihr zu Grunde liegenden Untersuchungen habe ich unter Anleitung des Herrn Professor C. Ludwig und nach den von ihm angegebenen Methoden ausgeführt.

Man kann den Grund des chemischen Processes, durch welchen die gebundene CO_2 bei der Athmung entwickelt wird, entweder in einem specifischen Einfluss des Gewebes der Lunge, oder in dem Sauerstoff finden, welcher dem Blut beim

---

*) Aus dem 49sten Bande der Sitzungsberichte der Wiener Academie vom Verfasser zum Abdruck mitgetheilt.

Durchgang durch das letztere Organ zugefügt wird. Die Untersuchungen von Holmgren, aus denen hervorging, dass die Spannung der CO_2 im venösen Blute wächst, wenn ihm Sauerstoff zugefügt wird, waren für mich bestimmend, zuerst den Versuch zu machen, ob die gebundene CO_2 des venösen Blutes dadurch vermindert werden könnte, dass es mit Sauerstoff geschüttelt wurde. War dieses der Fall, so konnte der geringere Gehalt des arteriellen Blutes an gebundener CO_2 durch den Zutritt des Sauerstoffes erklärt werden, und es lag kein Grund mehr vor, eine specifisch-chemische Einwirkung des Lungengewebes anzunehmen.

So einfach der Plan, nach welchem vorzugehen war, so schwer ist die technische Ausführung eines solchen Versuches, und zwar hauptsächlich wegen seiner langen Dauer, welche die Fehlerquellen vermehrt.

Zur Controle wurde meist jede Blutart (die unveränderte venöse und dieselbe mit Luft geschüttelt) doppelt, d. h. in zwei Portionen untersucht. Gleichzeitigkeit beim Auspumpen der Gase aus zwei Portionen war nicht erreichbar. Es mussten daher von den vier vorher abgemessenen und wohlgemischten Blutmengen die, welche noch nicht untersucht werden konnten, in Eis aufbewahrt werden. Wenn auch Nawrocki *) aus einem eigens angestellten Versuche schliesst, „dass es bei Anstellung vergleichender Versuche, wo man nicht alle Blutportionen auf einmal vornehmen kann, dem Zwecke vollkommen entsprechend sei, die vorläufig bei Seite gestellten Blutportionen in Eis aufzubewahren“, so steht doch, wie die hier mitzutheilenden Versuche zeigen werden, fest, dass die Zusammensetzung der Blutgase nach 20—28stündigem Stehen des Blutes im Eise bei Luftabschluss erhebliche Veränderungen erleiden.

Das Schütteln des venösen Blutes mit atmosphärischer Luft wurde in einer im Vergleiche zur angewandten Blutmenge grossen Flasche bewerkstelligt, welche vollkommen trocken und rein sein musste. Ich pflegte es, wenn das Blut die hellrothe, arteriellem Blut eigene Farbe angenommen hatte, etwa noch eine Minute lang fortzusetzen, um eine Abgabe der verdunstbaren CO_2 zu befördern.

Auf die Bestimmung der gebundenen CO_2 wurde selbstverständlich die grösste Sorgfalt verwendet. Nachdem die auszupumpende Blutmenge im Vacuum so lange erwärmt worden, bis sie durchaus keine Gase mehr abgab, eine beim

---

*) Studien des physiolog. Instituts zu Breslau von Heidenhain 1863, II. S. 166.

Hunde fast schwarze, beim Schafe dunkelrothbraune Farbe angenommen hatte und nicht mehr schäumte, sondern nur grosse, scheibenartige Wasserdampfblasen erzeugte, wurde die Säure zugesetzt. Damit die Menge der zuzusetzenden Säure einigermassen abgeschätzt werden konnte, ward eine vorher auf Hundeblut titrirte Lösung von Oxalsäure angewandt, die in 1 CC. nur 0.011 Gramm Oxalsäure enthielt. Die Verdünnung ist deshalb so gross, damit die Bildung von Gerinnseln im Blute nicht überhand nehme, wodurch Gasbläschen zurückgehalten werden können. C_2O_3 wurde benutzt, weil sie leicht vollkommen rein zu erhalten ist und lange unzersetzt bleibt. Sie wurde in flüssiger Form angewandt, weil das Auflösen eines Krystalls im Blute längere Zeit in Anspruch nimmt, und die Mischung des Blutes mit der Säure schwerlich so vollständig wird.

Die C_2O_3-Lösung wurde mittelst eines fein ausgezogenen Trichters durch die capillare Oeffnung des oberen Glasellipsoides der Gaspumpe auf das Quecksilber gegossen, während dieses unten abfloss, somit musste sie eingesogen werden. Nachdem das Sammelrohr aufgebunden war, wurde kein eigentliches Vacuum erzeugt, vielmehr Sorge getragen, dass etwas atmosphärische Luft zurückblieb und nur ein luftverdünnter Raum sich bildete. Dies geschah, damit, wenn von der ohnehin geringen CO_2-Menge, die man aus circa 50 CC. von seinen verdunstbaren Gasen befreiten Blutes noch erhält, durch Haftenbleiben irgendwo im Apparate etwas verloren gehen sollte, der dadurch entstehende Fehler verkleinert werde. Nach Vermengung der Säure mit dem Blute entstand ein äusserst feinblasiger, gelblicher Schaum und das Blut begann zu perlen. Nach halbstündigem Erwärmen auf 38—40^0 C. wurden die Gase gesammelt.

Grosse Vorsicht heischt das Oeffnen und Schliessen der Klemme des Sammelrohres. Selbst bei häufig erprobter manueller Geschicklichkeit gelingt es nicht immer, die Gase vollständig ohne Flüssigkeit (verdunstetes Wasser, das sich an den Glaswänden niedergeschlagen hatte, und vom aufsteigenden Hg mitgenommen wurde, mitunter auch geringe Blutspuren) in das Sammelrohr aufsteigen zu lassen. Hier kommt jedoch die Einrichtung zum Umlegen des ganzen Apparates aus seiner lothrechten in die horizontale Lage sehr zu Statten. Man kann dadurch auch das letzte Gasbläschen ohne Flüssigkeit erhalten, indem beim Umlegen das rückständige Gas sich an der höchsten Stelle, d. i. im Querfortsatz der oberen Glaskugel sammelt, auf dem Wege dahin aber beobachtet wird;

man lässt nun so lange Bläschen nach Bläschen aufsteigen, bis beim Umlegen keines mehr sichtbar ist, und hat so sämmtliches Gas vollkommen von der Flüssigkeit getrennt. Noch zweckmässiger würde es sein, wenn der Querfortsatz, der überhaupt in den neueren Apparaten bei einfachen Blutgasbestimmungen nutzlos ist, ganz fehlte. Dann hätte man das zu sammelnde Gas nach dem Umlegen ganz vor sich, während man es mit ihm nur beim Umlegen in Blasen aufsteigen sieht.

Zur Gewinnung der gebundenen CO_2 wurde zwar stets zweimal das Vacuum erzeugt (i. e. zuerst ein luftverdünnter Raum und nach dem Sammeln der CO_2 und der Luft ein Vacuum) aber in keinem Versuche erhielt ich bei letzterem Gase. Die CO_2 war stets schon nach dem ersten halbstündigen Erwärmen ganz entwichen. Zu dem mit Luft geschüttelten Blute wurde stets dieselbe Menge C_2O_3-Lösung zugesetzt, wie zum unveränderten venösen, nämlich auf 50 CC. Blut ungefähr 13 CC. C_2O_3-Lösung.

Da ein Versuch wie der andere angestellt wurde, und die Einzelheiten jedes derselben von keinem Interesse sind, ausserdem ihre Mittheilung zu viel Raum in Anspruch nehmen würde, so sei hier der Gang eines mit vier Blutportionen angestellten Versuches im Allgemeinen angegeben: Nachdem ungefähr 200 bis 250 CC. venöses Herzblut durch die V. jugularis einem grossen Hunde oder einem Schafe unter vollkommenem Luftabschluss entzogen worden, wird es durch Schütteln mit Quecksilber defibrinirt. Dann werden zwei Portionen davon unter Hg in je zwei Blutrecipienten übergeführt, der Rest mit atmosphärischer Luft geschüttelt, hierauf dieser gleichfalls in zwei Blutrecipienten vertheilt. Nach Ablesung aller vier Blutvolumina werden drei davon in Eis gestellt, die vierte Portion gasfrei gemacht. An demselben Tage wird eine von den in Eis aufbewahrten Portionen gleichfalls ausgepumpt und am folgenden Tage die beiden anderen, die inzwischen die Temperatur von 0^0 C. behalten haben. Auf die Gasgewinnung folgt die Gasanalyse mit acht CO_2 und vier O-Bestimmungen nach Bunsen's Methoden.

Dass bei so zahlreichen Operationen, deren Dauer nach Tagen zählt, die Versuchsfehler mannichfaltig sein müssen, leuchtet ein. Doch wurde jede Bestimmung, bei der ein solcher constatirt werden konnte, ohne weiteres gestrichen. Daher finden sich in beiliegender Tabelle Lücken, die der Leser entschuldigen möge. Wer selbst sich mit ähnlichen Versuchen beschäftigt hat, wird die Uebereinstimmung der im identischen

Blute unverändert gebliebenen Gasmengen O, N, gesammte CO_2-Menge (in Col. IX) gewiss befriedigend finden, wenn er bedenkt, dass jeder ein Gasvolum ausdrückenden Zahl ein vierfacher Fehler anhaftet, der der Blutgewinnung, Gasgewinnung, Gasanalyse und Ablesung. Wenn aber die Bestimmungen unverändert gebliebener Gase gleich sind, so erscheinen die nicht übereinstimmenden Zahlenangaben unseres Erachtens um so vertrauenswürdiger.

Ich stelle in der Tabelle die Endresultate der gelungenen Versuche zusammen. Sie bedürfen zum Verständniss kaum einer Erläuterung.

Alle Gasvolumina sind in Cubikcentimetern gemessen, von den Beobachtungstemperaturen auf 0^0 C., von den beobachteten Drucken auf 1 Meter Quecksilberdruck von 0^0 C., und endlich auf 100 CC. Blut (gemessen bei der Temperatur des Körpers) berechnet. „Arteriell“ steht der Kürze halber statt „mit atmosphärischer Luft geschüttelt“.

Versuchsthier	Versuchs-Nummer	Blutart	Verdunstbare Gase	Verdunstbare Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff
Hund I.	1*a*	venös	40·92	25·78	11·04	4·10
„	1*b*	arteriell	42·61	17·71	18·33	6·57
Hund II.	2*a*	venös	33·18	25·86	5·60	1·72
„	2*b*	—	36·56	29·24	—	—
„	2*c*	arteriell	44·06	27·26	—	—
Hund III.	3*a*	venös	37·24	27·61	8·98	0·65
„	3*b*	„	—	—	8·53	0·74
„	3*c*	arteriell	—	—	9·61	1·56
„	3*d*	„	30·42	19·57	9·00	1·85
Hund IV.	4*a*	venös	28·53	21·51	5·90	0·93
„	4*b*	arteriell	34·61	19·91	12·61	2·09
„	4*c*	„	34·72	20·76	12·21	1·75
Schaf I.	5*á*	venös	31·81	27·04	3·78	0·99
„	5*b*	„	35·26	30·72	3·51	1·03
„	5*e*	arteriell	37·51	24·19	11·31	2·01
„	5*d*	„	38·08	23·77	11·64	2·59
Schaf II.	6*a*	venös	36·39	30·11	6·28	Spur
„	6*b*	„	37·07	30·79	6·28	0·00
„	6*c*	arteriell	35·50	24·26	9·24	2·00
„	6*d*	„	36·36	25·24	—	—

Gebundene Kohlensäure	Gesammte Kohlensäure	Sauerstoff plus Stickstoff	Stunden in Eis	Tag der Gasentziehung	Dauer derselben	Zahl der Auspumpungen.	Angewandtes Blutvolum
1·18	26·96	15·14	0	30. März	—	6	56·6
0·71	18·42	24·90	*ca* 4	30. „	—	6	35·2
4·54	30·40	7·32	0	8. April	—	5	51·8
1·34	30·58	7·32	*ca* 24	9. „	—	—	36·0
1·01	28·27	16·80	*ca* 5	8. „	—	—	45·1
1·69	29·30	9·63	0	21. April	3½	—	53·5
—	—	9·27	27	22. „	—	—	50·1
—	—	11·17	6½	21. „	—	3	52·0
0·90	20·47	10·85	22	22. „	3½	—	48·6
1·46	22·97	6·83	0	30. April	3	5	54·9
0·19	20·58	14·70	6	30. „	4	8	48·8
0·86	21·60	13·99	22	1. Mai	3½	—	48·2
8·71	35·75	4·77	0	12. Mai	3½	6	53·7
4·94	35·66	4·54	28	13. „	3¾	6	53·0
4·68	28·87	13·32	5	12. „	3¼	8	49·4
5·25	29·02	14·23	22½	13. „	3¼	5	48·2
7·90	38·01	6·28	0	11. Juni	4	7	53·8
6·74	37·53	6·28	28½	12. „	3¾	7	55·5
5·42	29·68	11·24	6¾	11. „	3¾	7	50·0
4·08	29·32	11·12	23	12. „	4½	8	49·0

Es ergibt sich nun aus der Tabelle Folgendes:

1. Das venöse Blut verliert einen Theil seiner gebundenen Kohlensäure sowohl durch Schütteln mit sauerstoffhaltiger Luft, wie durch einen längeren Aufenthalt in einer Temperatur von 0^0 bei vollkommenem Luftabschluss. Der absolute Verlust, welchen 100 Theile Blut unter diesen Umständen erlitten, und der procentische Antheil, den dieser Verlust von der gebundenen CO_2 des zuerst ausgepumpten venösen Blutes ausmachen, ist in der folgenden Zusammenstellung wieder gegeben.

Nr. des Versuchs	Durch Schütteln mit Luft			Durch 24stündiges Verweilen des v. Blutes bei 0^0	
	absoluter Verlust an gebundener CO_2	Procent-Verlust an gebundener CO_2		absoluter Verlust an gebundener CO_2	Procent-Verlust an gebundener CO_2
Hund 1 *b.*	0·47 CC.	40 Pct.		—	—
2 *c.*	3·53 „	78 „		2 *b.* 3·20	70 Pct.
3 *d.*	0·79 „	53 „		—	—
4 *b.*	1·27 „	87 „		—	—
4 *c.*	0·60 „	41 „		—	—
Schaf 5 *c.*	4·03 „	46 Pct.	43 Pct.	5 *b.* 3·77	43 „
5 *d.*	3·46 „	40 „			
6 *c.*	2·48 „	31 „	39 „	6 *b.* 1·16	15 „
6 *d.*	3·82 „	48 „			

Aus dieser Nebeneinandersetzung ergibt sich, dass mit Ausnahme vom Versuch 6^b durch beide Einflüsse ungefähr gleiche Antheile der im frischen Blute anwesenden CO_2 in Freiheit gesetzt werden können.

2. Ein wesentlicher Unterschied zwischen den beiden Mitteln, welche CO_2 freimachen, besteht jedoch darin, dass in dem mit Sauerstoff behandelten Blut die Entbindung sogleich bis zu dem Grade, zu welchem sie überhaupt gehen kann, fortschreitet, während in dem Blute, welches dem Sauerstoffe nicht ausgesetzt wurde, sich die bezeichnete Umwandlung nur sehr allmählich einstellt. Dieser Ausspruch stützt sich erstens auf die Angaben der Versuche 2^c, 5^c und 6^c im Vergleich mit denen von 2^b, 5^b und 6^b in der vorstehenden Tafel. Hier war in dem um 20 Stunden früher ausgepumpten hellrothen Blut die CO_2-Entbindung schon weiter fortgeschritten, als im venösen.

Er gründet sich ferner auf die Beobachtungen Holmgren's, welche darthun, dass mit Sauerstoff geschütteltes und ebenso das durch 24 Stunden im Eiswasser aufbewahrte venöse Blut eine grössere CO_2-Spannung erfahren, deren Ursache in der

von mir beobachteten CO_2-Entbindung gefunden werden muss. Diese von Holmgren aufgedeckte Spannungsänderung trat im Blute sogleich nach seinem Zusammentreffen mit dem Sauerstoffe ein, während sie in dem kalt bewahrten Blute erst nach Stunden zu beobachten war.

Für den eben ausgesprochenen Satz treten endlich noch ein die von Schöffer und Sczelkow angestellten Vergleichungen zwischen natürlichem Arterien- und Venenblut ein und desselben Thieres. Bei ihren Versuchen wurde das arterielle Blut meist unmittelbar, nachdem es aus der Ader gelassen, ausgepumpt, das venöse aber erst wiederholt 24 Stunden später, und dennoch ist in allen Fällen der Gehalt des venösen Blutes an gebundener CO_2 höher gefunden, als der des arteriellen.

3. Der Zutritt von Sauerstoff entbindet aber alle CO_2 des Blutes, soweit dieses überhaupt ohne Beihilfe von fixen Säuren geschehen kann. Der Beweis hierfür ergibt sich aus einer Vergleichung der gebundenen CO_2-Mengen, welche das arterielle Blut noch enthielt, wenn es 5 oder 24 Stunden nach der Einleitung von Sauerstoff ausgepumpt wurde. Das nach 24stündigem Aufenthalt in Eiswasser ausgepumpte Blut enthielt im 4. Versuch 0.67 CC. und im 5. Versuch 0.57 CC. mehr, im 6. Versuch aber 1.4 CC. weniger gebundene CO_2, als das 5 oder 6 Stunden nach dem Sauerstoffeinleiten ausgepumpte arteriell gemachte Blut.

4. Das auf künstlichem Wege arteriell gewordene Blut enthält auch im Mittel nicht mehr gebundene CO_2, als das natürliche Arterienblut. In meinen Versuchen enthielt das künstliche Arterienblut des Hundes von 0.19 bis 1.01 Pct. gebundene CO_2; die von Schöffer für das natürliche Arterienblut des Hundes bewegen sich zwischen Spuren und 2.9 CC., das von mir untersuchte arteriell gemachte Blut des Schafes enthielt zwischen 4.08 und 5.42 CC., das von Sczelkow untersuchte natürliche Arterienblut dieser Thierart zwischen 4.42 und 6.88 CC. gebundener CO_2.

Aus Allem folgt, dass mit Rücksicht auf den Umfang und die Geschwindigkeit der CO_2-Entbindung das Zusetzen von Sauerstoff ausserhalb der Lunge gerade so wirkt, wie der natürliche Vorgang des arteriell Werdens in der Lunge. Demnach liegt kein Grund vor, die Entbindung der CO_2 in der Lunge auf eine Gewebswirkung dieses Organs zu schieben.

Bevor ich weiter gehe, führe ich noch einige nicht auf den nächsten Zweck bezügliche Thatsachen an, die sich aus meinen Beobachtungen folgern lassen.

1. Das venöse Blut erleidet durch 24stündiges Verweilen im Eiswasser keine Aenderung in der Gesammtsumme der in ihm enthaltenen Gase. Einmal erhielt man allerdings Andeutungen dafür, dass während des Stehens sich die CO_2 vermehrt habe. Versuch 4*b* gibt verdunstbare CO_2 19·91, geb. 0·19, Versuch 4*c* aber verdunstbare CO_2 20·76, geb. 0·86, also 1·04 mehr als früher.

2. Zwischen den Volumina der ausgetriebenen CO_2 und des aufgenommenen O lassen die vorstehenden Versuche kein bestimmtes Verhältniss erkennen. Bei der Art, wie die Versuche angestellt wurden, liess sich auch kein solches erwarten, da die Sauerstoffaufnahme an ganz andere Bedingungen geknüpft ist, als an die Menge der etwa vorhandenen gebundenen CO_2. Ein solches Verhältniss ist um so weniger zu erwarten, da auch ohne den Zutritt von Sauerstoff die CO_2 entbunden werden kann.

3. Das mit Luft geschüttelte Blut enthielt bis zum doppelten mehr Stickstoff als das der Vene entnommene Blut.

4. Sehr merkwürdig ist es, dass im Versuch 6 das venöse Schafblut gar keinen Stickstoff enthielt; es steht unter den bisher untersuchten Blutarten als ein Unicum da.

Um zu erfahren, ob der O, welcher, wie die Versuche gezeigt haben, die gebundene CO_2 des Blutes vermindert, dieses an und für sich, oder mit Hülfe der Blutkörperchen ausrichtet, war es nothwendig, möglichst reines Serum mit atmosphärischer Luft zu schütteln und die CO_2 des mit Luft geschüttelten und des unveränderten Serums zu bestimmen. Dieses ist in den folgenden zwei Versuchen geschehen.

1. Versuch: Einem sehr grossen Hunde wurde eine beträchtliche Menge Blut aus der A. carotis sinistra entzogen, unter Luftabschluss über Quecksilber in einem hohen cylindrischen Glasgefässe aufgefangen, welches ganz so beschaffen war, wie das von Schöffer (p. 614 sq. l. c.) beschriebene und abgebildete. Das Gefäss wurde, ohne aus seiner lothrechten Lage gebracht zu werden, in Eis gestellt. Nach 46 Stunden hatten sich die Blutkörperchen so vollständig gesenkt, dass circa 100 CC. reinen Serums sich oben angesammelt hatten. Es zeigte nur in dicken Schichten (von mehreren Centimetern) einen rothgelben Schimmer, war durchscheinend und dünnflüssig, in dünneren Schichten graugelb. Ich vermochte mit dem Mikroskop keine Blutscheiben aufzufinden. Das Serum wurde nach einander in zwei Blutrecipienten übergeführt, diese unter Quecksilber mit einander in Verbindung gebracht, und auf- und abgeneigt, um eine gleichartige Flüssigkeit zu erhalten, dann abgeklemmt. Die eine Portion ward sogleich gasfrei gemacht, die andere in Eis gestellt, nach $1^1/_2$ Stunden herausgenommen, etwa 5 Minuten lang heftig mit atmosphärischer Luft geschüttelt und dann die stark schäumende Flüssigkeit in einen hohen schmalen Cylinder gegossen, damit der weisse Schaum sich sammle. Nachdem er zerstoben, wurde diese

Flüssigkeit ohne Luftblasen in den Blutrecipienten gegossen und gasfrei gemacht. Die verdunstbaren Gase waren bei der zweiten Auspumpung, die gebundene CO_2 nach einer Auspumpung entwichen, so dass bei der dritten, beziehungsweise zweiten nichts mehr erhalten wurde.

Serum aus Hundeblut		Auspumpbare Gase bei 0° und 1 Meter Hg.	Gebundene CO_2 bei 0° und 1 Meter Hg.	Auf 100 Theile Serum	
Behandlungsweise	Menge			freie CO_2	gebundene CO_2
Unverändert	49·5 CC.	3·97 CC. fast reine CO_2	7·76 CC.	8·02	15·68
Mit Luft geschüttelt .	47·3 „	2·35 „ „ „ CO_2	7·33 „	4·96	15·46

2. Versuch. Einem sehr grossen Hunde wurde wie im vorigen Versuche Carotidenblut entzogen, und von dem nach 36 Stunden in derselben Weise erhaltenen Serum ein Theil, der nicht mit der Luft in Berührung gekommen war, gasfrei gemacht. Durch den anderen wurde etwa eine halbe Stunde lang atmosphärische Luft geleitet, derselbe dann mit atmosphärischer Luft einige Minuten lang geschüttelt und hierauf gasfrei gemacht. Die Flüssigkeit war röthlich gefärbt und nicht so klar, wie im vorigen Versuche.

Serum aus Hundeblut		Auspumpbare Gase bei 0° und 1 Meter Hg.	Gebundene CO_2 bei 0° und 1 M. Hg.	Auf 100 Theile Serum	
Behandlungsweise	Menge			auspumpbare CO_2	gebundene CO_2
Unverändert	49·4 CC.	7·13 hievon 6·222 CO_2	10·37	12·58	20·99
Mit Luft geschüttelt. .	46·8 „	4·23 „ 2·73 CO_2	9·70	5·83	20·73

Da das Verhalten des Serums bei und nach der Gasentziehung ausser von Schöffer (l. c.) noch nicht untersucht worden ist, so mögen hier anhangsweise einige wenige Notizen darüber Platz finden. Die verdunstbaren Gase entwichen, Schöffer's Beobachtungen entgegen, im Vacuum weit leichter aus Serum als aus Blut. Bei der dritten Erneuerung des Vacuums wurden in beiden Versuchen (in allen vier Fällen) keine Gase mehr erhalten. Das Serum verändert sich nicht in seinem äusseren Ansehen, seiner Farbe, Consistenz und Transparenz, während die freien Gase entweichen, und gasfreies ist nicht von gashaltigem durch den Anblick zu unter-

scheiden. Durch Säurezusatz entsteht in dem von seinen diffundirten Gasen befreiten Serum ein starker Niederschlag, die Flüssigkeit wird sehr trübe bis zur vollkommenen Undurchsichtigkeit und schäumt stark. Der (CO_2-haltige) Schaum besteht aus sehr kleinen schneeweissen Blasen; derselbe hat genau dasselbe Ansehen, wie der beim Schütteln des unveränderten Serums mit atmosphärischer Luft sich bildende.

Das von seinen absorbirten Gasen durch Luftleere befreite Serum verliert auf Säurezusatz momentan seinen rothgelben Schimmer und wird grau mit einem Stich in's Grüne. Nach dem Schütteln des sauren, auch von seiner gebundenen CO_2 befreiten, Serums mit atmosphärischer Luft war keine Besonderheit bemerkbar. Die Flüssigkeit blieb opak und schäumte auf. Genau mit Aetzkali neutralisirt, wurde sie durchscheinend. Das ursprüngliche, unveränderte, stark alkalisch reagirende Serum gab, mit derselben Menge derselben Säure versetzt, nur einen schwachen Niederschlag. Die bei diesen Reactionen benutzte Säure war die oben (S. 199) erwähnte verdünnte C_2O_3-Lösung und die zugesetzte Menge betrug circa 13 CC. auf circa 49 CC. Serum.

Wegen der Schwierigkeit, reines Serum, welches nicht mit der Luft in Berührung gekommen war, zu erhalten, habe ich leider die Zahl der Versuche nicht vermehren können.

Das übereinstimmende Ergebniss der beiden mitgetheilten Versuche besteht also darin, dass durch die Einwirkung des Sauerstoffes für sich allein die gebundene CO_2 des Serums nicht gemindert werden kann.

Bleiben wir nun bei den bis dahin gewonnenen Erfahrungen einstweilen, um eine Umschau zu halten, stehen, so kann nicht verkannt werden, dass die Blutkörperchen auf die Ausscheidung der CO_2 einen wichtigen Einfluss üben, dessen Grösse sowohl mit dem Gehalte der Körperchen an Sauerstoff, wie mit der Menge der CO_2 in der Blutflüssigkeit einer Veränderung unterworfen ist.

Da wir keinen Grund haben anzunehmen, dass die reichliche Menge gebundener CO_2, welche wir im Serum finden, der normalen Blutflüssigkeit fehle, so müssen wir sagen, dass die Körperchen, gleichgiltig, ob sie reich oder arm an Sauerstoff sind, die gebundene CO_2 der Blutflüssigkeit bei dem gewöhnlichen CO_2-Druck des Blutes entweder gar nicht oder nur sehr unvollständig auszutreiben vermögen; denn sonst könnte das aus dem Blute ausgeschiedene Serum nicht noch bis zu 20 Volumprocente gebundener CO_2 besitzen.

Wenn dagegen das Ausdehnungsbestreben der CO_2 durch Erniedrigung des auf ihr lastenden Druckes erhöht wird, so sind nun die Körperchen im Stande, die gebundene CO_2 der Blutflüssigkeit vollständig auszutreiben; dieses ergibt sich nicht allein aus dem directen Versuche von Schöffer, welcher im luftleeren Raume Serum und Blut mischte, sondern auch aus übereinstimmenden Beobachtungen aller übrigen Analytiker, wonach beim Auspumpen des Blutes viel weniger gebundene CO_2 zurückbleibt, als dieses nach ihrem Gehalte an Serum der Fall sein dürfte.

Einen ähnlichen Einfluss übt die längere Einwirkungsdauer der Blutkörperchen auf die Blutflüssigkeit, indem das Blut, welches 24 Stunden sich selbst überlassen wurde, beim Auspumpen weniger gebundene CO_2 zurückhält als das, welches unmittelbar nach seinem Austritte aus der Ader gasfrei gemacht worden.

Diese schwache Einwirkung der Blutkörperchen auf die gebundene CO_2 kann aber gesteigert werden durch den Sauerstoffzutritt zu denselben, denn augenblicklich nach demselben erhöht sich die Spannung der CO_2 im Blute (Holmgren) zum Beweise dafür, dass ein Antheil dieser früher gebundenen Gasart nun in Freiheit gesetzt wird, und wenn man das Blut in den luftleeren Raum bringt, so entleert dasselbe einen grösseren Antheil an gebundener CO_2 als das sauerstoffarme unter gleichen Bedingungen.

Demnach stehe ich nicht an zu behaupten, dass das Vermögen der Blutkörperchen, die CO_2 zu entbinden, im schwachen Grade zwar immer vorhanden sei, dass aber dieses letztere durch den Zutritt von Sauerstoff erhöht werde, in Folge dessen der Process, der ohne ihn entweder nur langsam oder nur unter Erniedrigung des Luftdruckes abläuft, jetzt rasch und vollständiger beendet, und auch bei normalem Luftdruck eingeleitet wird.

Aber auch über die Aufenthaltsorte und die Verbindungsweise der CO_2 in dem Blute bahnen die gewonnenen Erfahrungen neue Ansichten an.

Zunächst kann man die Frage aufwerfen, ob die Körperchen des Blutes, also der Bestandtheil desselben, welcher die CO_2 austreibt, im Stande sind, dieses Gas zu beherbergen. Um mir auf dieselbe eine Antwort zu verschaffen, habe ich mit Zugrundelegung der beiden Beobachtungen von Schöffer, in welchen die CO_2 des Serums und die des Gesammtblutes von einem Thiere bestimmt wurden, das Volum der Blutkörperchen berechnet, welches diese Blutarten enthalten haben

mussten, vorausgesetzt, dass ihre Körpercheu frei von CO_2 gewesen wären.

Ich habe zunächst alle CO_2, auch die nur durch Säure abscheidbare als dem Serum angehörig berechnet. Es ergibt sich in

100 Volum Blut	in 100 Volum Serum	Berechnetes Serumvolum im Blute
26·21 CO_2	33·97	77·1.
26·59 CO_2	32·71	81·3.

In 100 Volumtheilen Blut sind also im ersten Falle 22·9 und im zweiten 18·7 Volum Körperchen enthalten; da im Mittel das specifische Gewicht des Blutes = 105·5, das des Serums = 102·8 ist, so würden sich aus obigen Zahlen auf 100 Gewichtstheile Blut für den ersten Fall 25·8 und im zweiten 22·0 Gewichtstheile Körperchen berechnen.

Die Grundlagen der vorgelegten Rechnung sind nun allerdings in mehrfacher Beziehung mangelhaft; aber unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das hier in Frage kommende Blut ein körperchenarmes sein musste, weil es durch einen relativ sehr grossen Aderlass gewonnen war, deuten sie jedenfalls darauf hin, dass weitaus der grösste Theil der CO_2, welchen das geschlagene Gesammtblut besitzt, in seinem Serum enthalten ist.

Ich sage, der weitaus grösste Theil, da sich nicht einmal Wahrscheinlichkeitsgründe dafür angeben lassen, ob den Blutkörperchen die kohlensauren Verbindungen fehlen, welche nur durch fixe Säuren zerlegt werden können, und ebenso, ob nicht in dem Quellungswasser derselben freie CO_2 diffundirt ist, insofern man nämlich geneigt ist, die Anwesenheit freier Säure in einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit anzunehmen.

Die CO_2 des Blutes, welche durch Erniedrigung des Luftdruckes entfernt werden kann, sollte, wie Fernet bewiesen zu haben glaubte, in einer Verbindung mit $HO . 2NaO . PO_5$ vorhanden sein. L. Meyer und Heidenhain haben nun allerdings gezeigt, dass die Resultate, welche Fernet für die CO_2-Absorption durch Lösungen von phosphorsaurem Natron erhält, unmöglich richtig sein können, wenn der Salzgehalt der genannten Lösung den des Blutes übertrifft. Da aber die Fernet'sche Regel in den Grenzen, in welchen das phosphorsaure Natron im Blute vorkommt, auch nach ihren Untersuchungen richtig befunden wurde, so kann man aus diesen letzteren keinen Gegenbeweis für jene Vorstellung hernehmen. Eben so wenig widersprechen ihr die sorgfältigen Beobachtungen Schöffer's, in welchen die durch den luftleeren

Raum entfernbaren Gewichte von CO_2 mit dem Gehalte des Blutes an phosphorsaurem Natron verglichen wurden.

Nach der von ihm gelieferten Zusammenstellung seiner Zahlen scheint dies allerdings der Fall zu sein, leider hat sich aber bei der Zusammenstellung derselben ein Rechnungsfehler eingeschlichen, indem er das specifische Gewicht der gasförmigen CO_2 bei 0^0 und 0·76 Meter annahm, die direct bestimmten CO_2-Mengen aber auf 0^0 und 1 M. reducirte.

Durch Umrechnung seiner Zahlen nimmt nun die Tabelle (a. a. O. p. 601) folgende Form an:

			An NaO gebundene PO_5-Menge in 100 CC. Blut in Grm.	Verdunstbare CO_2 in 100CC. desselben Blutes in CC. bei 0^0 und 1 M.	CO_2 nach Fernet in 100 CC. Blut in CC. bei 0^0 und 1 M.	Differenz
Venöses	Blut,	Vers. 1	0·077	21·32	18·44	2·88
Arteriel.	„	„ 5	0·082	26·70	19·63	7·07
„	„	„ 6	0·088	31·65	21·07	10·58
Venöses	„	„ 7	0·088	33·05	21·07	11·98
„	„	„ 2	0·095	30·73	22·75	7·98
„	„	„ 9	0·097	27·83	23·23	4·60
„	„	„ 3	0·099	32·14	23·70	8·44
„	„	„ 4	0·103	30·54	24·66	5·88
Arteriel.	„	„ 8	0·109	26·44	26·10	0·34

Es wird hierdurch Schöffer's Versuchsreihe eine wesentliche Stütze für Fernet's Hypothese, obwohl er selbst sie als gegen dieselbe zeugend resumirt (pag. 600). Die Differenzen in der fünften Columne entsprechen den Werthen für die im eigentlichen Sinne diffundirte und von kohlensaurem Natron zurückgehaltene CO_2. Zu bemerken ist, dass Nr. 6 und 7 von ein und demselben Hunde stammen. Die PO_5-Mengen im arteriellen und venösen Blute sind hier gleich, während bei 8 und 9, die ebenfalls von ein und demselben Hunde stammen, 100 CC. des arteriellen Blutes 0·012 Grm. PO_5 (entsprechend 2·78 CC. CO_2) mehr, als die gleiche Menge des venösen enthält. Wenn sich hier kein Fehler in die Bestimmung eingeschlichen hat, und künftige Versuche so grosse Unterschiede in dem an NaO gebundenen PO_5-Gehalte arteriellen und venösen Blutes bei demselben Hunde bestätigen, so würde allerdings dadurch die Ansicht vom Zusammenhange der PO_5 und CO_2 im Blute wesentlich erschüttert werden.

Bedeutungsvoller als Alles, was bis dahin gegen Fernet vorgebracht wurde, ist das Verhalten eines grossen Antheiles der Blutkohlensäure in dem luftleeren Raume. Wäre sämmtliche CO_2 so gebunden, wie er es voraussetzt, so müsste sie auch ohne Zuthun der Körperchen schon durch die Luftverdünnung entfernt werden können. Dieses ist aber, wie aus meinen und Schöffer's Versuchen mit Blutserum hervorgeht, so wenig der Fall, dass im Mittel von vier Bestimmungen sich die durch den luftleeren Raum abscheidbare CO_2 zu der ihr widerstehenden wie 100:172 verhält. Also können nahezu zwei Drittheile der CO_2 des Serums gar nicht auf die von Fernet angenommene Weise gebunden sein; wahrscheinlich ist aber das Mass von CO_2, welche der Fernet'schen Regel anheim fallen könnte, noch geringer, da man schwerlich im Stande ist, bei der Serumbereitung die Anwesenheit aller Blutkörperchen auszuschliessen.

Der andere, nicht in den luftleeren Raum verdunstende Antheil der Blutkohlensäure muss also in salzartigen Verbindungen enthalten sein, und zwar in zwei verschiedenen; denn ein Theil kann durch Sauerstoff und Blutkörperchen, ein anderer aber nur durch Säuren abgeschieden werden. Da wir ausser den schon erwähnten gar keine Nachrichten über die Natur der genannten Verbindungen und die Art, wie sie zerlegt werden, besitzen, so bleibt uns nichts Anderes übrig, als neue Fragen aufzuwerfen, welche zur Feststellung neuer Thatsachen führen können.

Mit Rücksicht auf die Verbindung der CO_2, welche wir im Blute, beziehungsweise in dessen Flüssigkeit annehmen, würde zunächst zu erheben sein, ob sie nach ihrer Zerlegung durch die Blutkörperchen in dem luftleeren Raum wieder hergestellt werden kann, wenn man von Neuem CO_2 in das Blut einleitet. Die Beantwortung derselben gewinnt ausser einer Charakteristik des Körpers, welcher die CO_2 bindet, auch noch einen weiteren Belang dadurch, dass sie uns einen Aufschluss darüber gibt, wie die CO_2 in den Geweben zu dem Blute gefügt wird. Ich habe die hier gestellte Aufgabe in Angriff genommen, ohne sie jedoch vollkommen zu erledigen.

Die Wahl der Blutart, an welcher der Versuch unternommen werden sollte, war nicht zweifelhaft; es musste arterielles Blut benutzt werden, weil dieses die geringste Menge gebundener CO_2 besitzt. Da wir aber sahen, dass die sauerstoffhaltigen Körperchen die gebundene CO_2 austrieben, so stand zu erwarten, dass sie auch die Entstehung einer kohlensauren Verbindung hemmen werden; es musste also, bevor mit der

Einleitung von CO_2 begonnen wurde, ein bedeutender Antheil von Sauerstoff dem arteriellen Blute entzogen werden. Bei dieser Operation wurden aber auch die anderen Blutgase entfernt und aus diesem Grunde durfte das Auspumpen nicht bis zur vollkommenen Abscheidung des O fortgesetzt werden, weil sonst die Blutkörperchen wesentliche Formzersetzungen erlitten haben würden.

Indem wir nun so verfuhren, dass das Blut zuerst einige Zeit einem beschränkten luftleeren Raume ausgesetzt, dann ihm erst CO_2 zugefügt wurde, glaubten wir auch uns dem Vorgang zu nähern, dem das arterielle Blut ausgesetzt ist, wenn es innerhalb der Gewebe in venöses übergeht.

Ich beschreibe nun sogleich die zwei Versuche, welche ich ausgeführt habe.

1. Versuch: Blut aus der A. carotis sinistra eines zweijährigen Schafbockes unter Luftabschluss aufgefangen.

a) Die mit CO_2 zu behandelnde Portion 52·9 CC. wurde, um sie vom grösseren Theile des O zu befreien, der nach früheren Erfahrungen viel leichter als die CO_2 entweicht, eine halbe Stunde lang bei der Temperatur des Körpers dem Vacuum ausgesetzt. Die hierauf gesammelten Gase bestanden auf 100 CC. Blut und auf 0^0 und 1 Meter berechnet aus:

	17·77 CC.	Kohlensäure,
	6·82 „	Sauerstoff,
	0·70 „	Stickstoff,
zusammen	25·29 „	verdunstbare Gase.

Das dunkler gewordene O-arme Blut wurde nun unter Quecksilber mit der vorher abgemessenen CO_2-Menge zusammengebracht, ohne dass eine messbare Menge Blut verloren gegangen wäre. Die zuerst aufsteigenden Blasen wurden begierig verschluckt, der zuletzt aufsteigende Theil nach secundenlangem Schütteln vollkommen absorbirt.

Die zugesetzte CO_2 war aus Chlorwasserstoffsäure und Marmor dargestellt, und mit NaO_2CO_2 gewaschen; sie war, wie eine von Kali absorbirte Probe zeigte, vollkommen rein, sie betrug bei 1 Meter und 0^0 C. 8·45 CC. oder 15·97 Proc. des Blutvolums.

Nach dem CO_2-Zusatz blieb das Blut 15 Minuten lang bei der Zimmertemperatnr (23. Juni) sich selbst überlassen, konnte also keine erhebliche Temperaturerniedrigung erleiden. Hierauf ward es im Vacuum gasfrei gemacht und die erhaltenen Gase betrugen auf 100 CC. Blut berechnet: 28·77 CC., nämlich:

24·74 Kohlensäure,
3·40 Sauerstoff,
0·63 Stickstoff; ausserdem
6·82 gebundene Kohlensäure,
im Ganzen 31·56 Kohlensäure.

Fügt man diesen Gasmengen nach Abzug der zugesetzten CO_2-Menge (15·97 CC.) die anfangs erhaltenen Gase hinzu, so erhält man für das unveränderte arterielle Blut:

gesammte CO_2 : 33·26 CC.
O : 10·22 „
N : 1·33 „

b) Unverändertes arterielles Blut desselben Thieres 55·5 CC., hat $5^3/_4$ Stunden in Eis gestanden unter Luftabschluss.

Es enthielt 3·36 gebundene CO_2, also kommen auf 100 CC. Blut 6·06 CC. gebundene Kohlensäure.

Der Unterschied, d. i. die Zunahme der gebundenen CO_2 vom unveränderten arteriellen zum künstlichen venösen Blut beträgt 0·76. Diese an und für sich nicht bedeutende Differenz dürfte aber in Wahrheit noch geringer sein, da das Blut mit dem niedrigeren CO_2-Werthe $5^3/_4$ Stunden in Eis gestanden, wodurch die Menge seiner gebundenen CO_2 vermindert werden musste.

2. Versuch: Mit Blut aus der A. carotis dextra eines etwa dreijährigen Schafbockes wurde gerade so verfahren, wie im vorigen Versuche, nur mit dem Unterschiede, dass zur Controle auch die verdunstbaren Gase des unveränderten arteriellen Blutes bestimmt wurden.

a) Die mit CO_2 zu behandelnde Portion des Blutes betrug 49·0 CC.; die zuzusetzende CO_2-Menge bei 1 Meter und 0° C. 11·94 CC., folglich die zuzusetzende CO_2 = 24·36 CC. auf 100 CC. Blut.

Die nach der ersten (um allzureichliches Entweichen der CO_2 zu verhindern, nur viertelstündigen) Auspumpung — ohne andere Erwärmung als die durch Berühren mit der Hand verursachte — entwichenen Gase, auf 100 CC. Blut berechnet, bestanden aus:

5·06 CC. Kohlensäure,
6·66 „ Sauerstoff,
0·87 „ Stickstoff.

Die Aufnahme der nun zum Blute zugesetzten CO_2 ging gerade so vollkommen und in derselben Weise vor sich, wie im vorigen Versuche. Das Blut blieb dann eine Viertelstunde sich selbst überlassen. Die hierauf erhaltenen Gase, auf 100 CC. Blut berechnet, bestanden aus:

29 · 40 CC. Kohlensäure,
3 · 46 „ Sauerstoff,
0 · 57 „ Stickstoff,
0 · 77 „ gebundene CO_2,
im Ganzen 30 · 17 „ Kohlensäure.

Hieraus ergibt sich auf beschriebene Weise für das unveränderte arterielle Blut

gesammte Kohlensäure 10 · 87,
Sauerstoff . 10 · 12,
Stickstoff . 1.44.

b) Unverändertes arterielles Blut, 54 · 1 CC., hat $6^3/_4$ Stunden in Eis gestanden.

100 CC. davon enthielten:

10 · 78 Kohlensäure,
10 · 50 Sauerstoff,
1 · 06 Stickstoff, ferner
0 · 46 gebundene Kohlensäure,
im Ganzen 11 · 24 Kohlensäure.

Der Unterschied in der gebundenen CO_2 der beiden Blutarten beträgt also nur 0 · 31 Volumprocente; es fällt abermals auf die mit CO_2 geschüttelte Blutart der höhere Werth, es ist jedoch auch diesmal das unveränderte Blut 0^h 45′ in Eis aufbewahrt worden. Zudem fällt der Unterschied in die Grenzen der Fehler. Das Blut des zuletzt untersuchten Schafes ist auffallend durch den ungemein kleinen Gehalt an CO_2 überhaupt, insbesondere aber durch die sehr geringe Menge gebundener CO_2.

Sollte sich in künftigen Versuchen, die wohl noch zweckmässiger an einem serumreichen Blut angestellt würden, das Ergebniss der beiden vorliegenden Versuche bestätigen; sollte sich also herausstellen, dass das Blut, dessen gebundene CO_2 durch gleichzeitige Einwirkung der Körperchen und des luftverdünnten Raumes nicht wieder durch den Zutritt von freier CO_2 auf den früheren Gehalt an gebundener CO_2 gebracht werden kann, so würde daraus folgen, dass bei der Befreiung der CO_2 entweder der Körper, welcher sie früher gebunden, von einem anderen in Beschlag genommen wird, so dass ihn die freie CO_2 nicht wieder austreiben kann, oder dass eine vollständige Zerlegung einer Atomgruppe eintritt, welche durch den Zutritt freier CO_2 nicht wieder hergestellt werden kann. Für die Athmung in den Geweben aber würde daraus zu schliessen sein, dass sie ihre CO_2 nicht im freien, sondern im gebundenen Zustande an das Blut abgeben. Aus beiden Gründen verdienen die Versuche eine Wiederholung.

Um zu begreifen, wie die Körperchen die CO_2 aus der Verbindung im Serum austreiben, kann man zwei Annahmen machen, vorausgesetzt, dass man sich an die einfachsten Analogien halten will; entweder der von den Körperchen ozonisirte Sauerstoff zerlegt die kohlensäurehaltige Verbindung des Serums, oder ein Stoff der Körperchen selbst wirkt nach den Principien der chemischen Verwandtschaft und treibt durch seine Verbindung mit dem basischen Bestandtheile der Blutflüssigkeit die CO_2 aus. Die erstere Erklärungsweise kann jedoch nicht als eine ausreichende bezeichnet werden, da schon oben dargethan wurde, dass auch die sauerstofffreien Körperchen die gebundene CO_2 des Blutserums abscheiden.

Aus diesem Grunde ziehe ich es vor, zuerst die Frage zu erörtern, wie weit sich die Anschauung verfolgen lässt, dass die austreibende Kraft des Körperchens auf einer gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft beruhe.

Wenn das Körperchen auf die eben bezeichnete Weise die gebundene CO_2 austreibt, so muss man annehmen, dass dasselbe entweder eine freie oder eine nur schwach gebundene Säure enthalte. Die bei der Gasausscheidung beobachteten Thatsachen weisen ferner auf eine schwache Säure der Körperchen hin, so dass sie nur dann die Austreibung der CO_2 bewirken könne, wenn durch Erniedrigung des Luftdruckes das Ausdehnungsbestreben der CO_2 mehr Spielraum gewonnen hat. Diejenige CO_2 der Blutflüssigkeit, welche zu fest gebunden ist, um durch den luftleeren Raum in merklicher Weise zum Entweichen bestimmt zu werden, würde demnach auch der Säure des Blutkörperchens widerstehen. Damit würde erklärt sein, warum das Körperchen, gerade so wie dies auch jede andere Säure thut, einen Theil der CO_2 des Serums ausscheiden kann, ohne dass die Entfernung der CO_2 unter Beihülfe des Blutkörperchens so weit fortschreitet, wie dieses bei Gegenwart stärkerer fixer Säuren der Fall ist.

Andeutungen dafür, dass in der That in dem Blutkörperchen eine Säure, sei es in freiem oder gebundenem Zustande, vorkomme, finden wir nun in folgenden schon bekannten Thatsachen: Wenn man eine verdünnte fixe Säure, z. B. Oxalsäure dem frischen Blute zusetzt, so zerfallen die Blutkörperchen in einen rothen in Lösung übergehenden Stoff und in ein farbloses Stroma, das noch die Form der Körperchen, wenigstens annähernd beibehält. Die rothe Flüssigkeit lässt sich, ohne dass sie Formelemente mitnimmt, abfiltriren; die auf dem Filter zurückbleibende aus blassen zusammengefallenen Scheibchen bestehende Masse lässt sich mit Wasser auswaschen; die Masse,

welche in feuchtem Zustand nur noch einen leichten Stich in's Rothe hat, wird eingetrocknet braun, und hinterlässt beim Verbrennen eine vollkommen weisse, also eisenfreie Asche. Diese Erscheinungsreihe deutet darauf hin, dass durch Einwirkung einer Säure die organischen Bestandtheile der Körperchen in zwei verschiedene zerlegt werden können. Man kann demnach das unversehrte Körperchen so betrachten, als sei es aus einer salzartigen Verbindung zusammengesetzt.

Wenn das Blut vollkommen entgast wird, so findet ebenfalls, wie dies Rollett zuerst beschrieb, eine Zerlegung des Blutkörperchens Statt. Auch hier geht der rothe Farbstoff in Lösung über, und die zurückbleibenden Formbestandtheile sind wesentlich geändert. Man könnte sagen, deshalb, weil ein Bestandtheil der Blutkörperchen aus ihnen getreten, um die CO_2 aus der Blutflüssigkeit zu treiben.

Diese Erwägungen forderten mich auf, die Umstände genauer zu prüfen, unter denen der Zerfall oder die Auflösung der Körperchen bei vollkommener Entgasung stattfindet, aber auch diese Versuchsreihe habe ich noch nicht zu einem genügenden Abschluss gebracht.

Wenn man Blut des Hundes soweit entgast hat, als dieses ohne Zusatz einer freien Säure möglich ist, so nimmt es einen schwachen aber deutlichen und reinen Geruch nach Schwefelwasserstoff an, welchen Jedermann bemerkte, den ich auf die Erscheinung aufmerksam machte. Lässt man es einige Zeit mit Quecksilber, das man einige Male mit dem entgasten Blute aufschüttelte, in Berührung, so schwärzt sich die Oberfläche desselben. Die Farbe des Blutes ist, wie schon Setschenow und Rollett angaben, sehr dunkel. Schüttelt man es mit O, so absorbirt es ihn in derselben Menge, welche auch das unveränderte Blut aufzunehmen vermag (Setschenow). Es ändert aber dabei seine Farbe nur wenig. Auch durch Zusatz einer ausgekochten Lösung von $NaO\,SO_3$ zum vollkommen gasfreien Blute ändert sich die Farbe nur unbedeutend; schüttelt man dagegen das angesalzte Blut mit Sauerstoff, so nimmt es alsbald eine hellrothe, der arteriellen ähnliche Farbe an. Ueberlässt man das entgaste Blut in einem kalten Orte sich selbst, so setzen sich seine Körperchen selbst nach tagelangem Stehen nicht ab. Dieses geschieht jedoch, wenn es vorher mit Sauerstoff geschüttelt war, und dabei, wenn auch nur wenig, seine Farbe geändert hatte. Noch rascher fallen die Körperchen als ein intensiv hellrother Satz zu Boden, wenn das entgaste Blut mit $NaO\,SO_3$ und O versetzt wurde. Fallen die Körperchen nieder, so bleibt über ihnen eine dunkelrothe lackfarbige

Flüssigkeit zum Beweis dafür, dass sich rother Farbstoff in der Blutflüssigkeit aufgelöst hat. Giesst man das Blut auf einen Papiertrichter, so filtrirt es leicht durch denselben; es nimmt jedoch Körperchen mit sich; dem Anscheine nach sind in der aufgegossenen Flüssigkeit mehr von ihnen, als in der durchgegangenen enthalten. Setzt man die filtrirte Flüssigkeit in einem offenen Gefässe der Verdunstung aus, so beginnt alsbald die Bildung von Hämatokrystallin.

Nimmt man eine Blutprobe unter das Mikroskop, so erkennt man noch eine grosse Anzahl von gefärbten Körperchen; ihrer Form nach sind sie meist vollkommen erhalten, doch finden sich auch mehr oder weniger geschrumpfte, sternförmige unter ihnen, niemals bemerkt man jedoch an ihnen die Neigung, sich wie Geldrollen zusammenzulegen. Die Frage, ob die noch in der normalen Form vorhandenen Körperchen weniger gefärbt seien als die normalen, ist durch den blossen Anblick nicht zu entscheiden. Da der Bodensatz, welcher nach Zusatz von O und NaO SO_3 entsteht, stark hellroth im Gegensatz zu dem dunkelrothen der oben stehenden Flüssigkeit gefärbt ist, so kann wohl nicht bestritten werden, dass ein Theil der Körperchen seinen Farbstoff zurückbehält. Es muss besonders betont werden, dass auch dann noch die gefärbten Körperchen im entgasten Blute zahlreich gefunden werden, wenn man das Blut untersucht, nachdem es mehrere Tage mit Quecksilber gesperrt in Eiswasser aufbewahrt worden war.

Ausser den gefärbten enthält das entgaste Blut auch eine sehr reichliche Menge ganz entfärbter zusammengefallener Scheiben. Da sie sehr blass sind, so können sie mit Sicherheit nur dann aufgefunden werden, wenn man die rothe Flüssigkeit möglichst entfernt hat. Zu dem Ende verfahre ich so, dass ich den Bodensatz des mit NaO SO_3 versetzten Blutes filtrire und ein sehr kleines Tröpfchen der weichen auf dem Filter bleibenden Masse in eine sehr feine Schicht ausbreite. Dann erscheint im Sehfeld eine Mosaik aus blassen runden Scheiben von dem Durchmesser der Blutkörperchen.

Hiernach muss ich die Angabe von Rollett bestätigen, dass sich ein Theil der Blutkörperchen in Folge des Entgasens in eine farblose Grundlage und in eine farbige Flüssigkeit zerlegt.

Daraus folgt, dass die Gegenwart mindestens eines der drei Gase des Blutes zur Erhaltung derselben durchaus nothwendig ist. Die Frage, welches Gas? oder welche Gase? muss uns zunächst beschäftigen.

Da schon Regnault und Reiset*) gefunden haben, dass ein Thier in einer Luft, die statt des atmosphärischen Stickstoffes ein gleich grosses Volum Wasserstoff enthält, ohne Schaden zu nehmen selbst längere Zeit leben kann, so konnte von diesem Gase, welches in den bis jetzt untersuchten Blutarten im Vergleiche zur Kohlensäure und zum Sauerstoff überhaupt nur in sehr geringer Menge vorhanden war, abgesehen werden.

Um zu erfahren, ob die Gegenwart des Sauerstoffes oder die der Kohlensäure, oder die beider Gase zum normalen Bestande der Blutkörperchen nöthig sei, war es am naturgemässesten, zunächst bei Gegenwart von Kohlensäure den Sauerstoff aus dem Blute entweichen zu lassen, so dass dieses sauerstofffrei wurde, dann bei Gegenwart von Sauerstoff ihm die Kohlensäure zu entziehen, bis es deren keine mehr enthielt. Zeigte im ersten Fall das Blut keine auffallenden Veränderungen, insbesondere keinen Zerfall der Blutscheiben, so war die Annahme wahrscheinlich gemacht, dass die Kohlensäure erhaltend auf dieselben einwirke, und es würde der Kohlensäure dann eine andere als nur die Bedeutung eines Auswurfsstoffes für den thierischen Organismus zugewiesen werden müssen. Diese Annahme würde fast zur Gewissheit erhoben werden, wenn im kohlensäurefreien Blute (im zweiten Fall) sich eine Zerstörung der Blutkörperchen nachweisen liess. War umgekehrt in diesem keine Veränderung bemerkbar, im sauerstofffreien aber eine Zerstörung, so konnte man schliessen, dass der Sauerstoff allein während des Lebens die Blutkörperchen am Zerfallen hindere. Zeigte sich hingegen sowohl im kohlensäurefreien, wie im sauerstofffreien Blute ein Zerfall der Körperchen, so war die Nothwendigkeit der gleichzeitigen Gegenwart beider Gase im Blute für die Erhaltung der Körperchen so gut wie erwiesen.

Die Beantwortung der bei jedem einzelnen Versuche sich wiederholenden Frage, ob die Blutkörperchen zerfallen seien oder nicht, wäre mitunter schwierig gewesen, wenn hier nicht die Bildung von Hämatokrystallin zu Hülfe käme. Wo sie eintritt, da sind auch Körperchen zerlegt, woraus freilich nicht folgt, dass bei Abwesenheit von Krystallen die Blutscheiben unverändert sind.

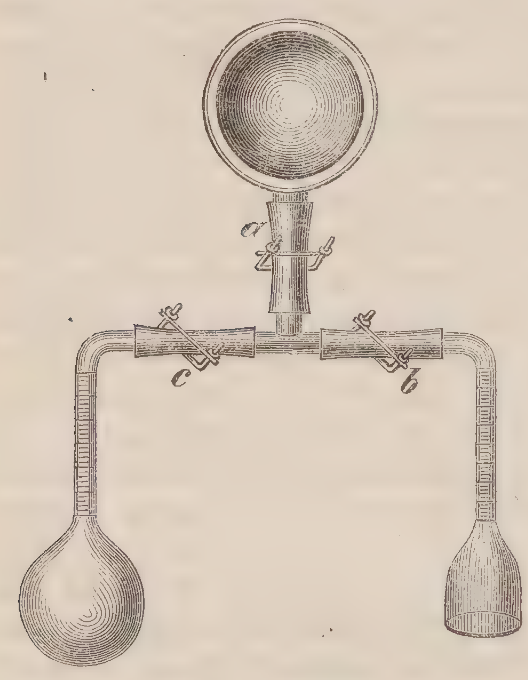
a) Kohlensäure. Um Blut darzustellen, welches, ohne erhebliche Verringerung oder Erhöhung seines Kohlensäuregehaltes zu erleiden, keinen Sauerstoff enthalten soll, wurde

---

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 73, 1850.

folgendermassen verfahren: Eine unter Luftabschluss aufgefangene und durch anhaltendes Schütteln mit Quecksilber defibrinirte Portion Hundeblut wurde in einem kohlensäurehaltigen Raume auf die Temperatur des Körpers erwärmt und durch mehrmalige Erneuerung des kohlensäurehaltigen Raumes dem Sauer- und Stickstoff des Blutes Gelegenheit gegeben, vollständig zu entweichen.

Da nämlich, wie Holmgren fand, eine sehr geringe Spannung der Kohlensäure, in dem über dem Blute vorhandenen Raume genügt, der Spannung der Kohlensäure im Blute selbst das Gleichgewicht zu halten, so konnte voraussichtlich auf diese Weise sauerstofffreies Blut, welches nur noch seine Kohlensäure enthielt, leicht dargestellt werden, indem sich auch mit einer kleinen Menge Kohlensäure der Raum oftmals erneuern liess. Dieses letztere wurde dadurch bewerkstelligt, dass an den Querfortsatz des untern Glasellipsoides der bekannten Ludwig'schen Gaspumpe ein T-förmiges Rohr gebunden wurde, welches an einem Schenkel einen mit reiner Kohlensäure gefüllten Ballon, am anderen den Blutrecipienten trug. Beim Beginn des Versuches, nachdem durch Ablassen des Quecksilbers, wie es Setschenow beschrieben, das Vacuum hergestellt war, wurde die bei *c* befindliche Klemme geöffnet und wieder geschlossen, so dass aus dem T-Rohr etwas Quecksilber in den Kohlensäureballon floss und Kohlensäure aufstieg. Diese CO_2-Menge vertheilte sich hierauf durch Oeffnen der Klemme *a* im ganzen Vacuum, und es konnte nach Oeffnen der Klemme *b* das Blut erwärmt und dem CO_2-Raume ausgesetzt werden. Um jedoch eine innigere Berührung der CO_2 und des Blutes zu erzielen, wurde zu Anfang und gegen Ende des Versuches nach Erzeugung des CO_2-Raumes die Klemme *a* geschlossen, *c* geöffnet, und wenn das T-Rohr sich mit CO_2 gefüllt hatte, geschlossen, dann *b* geöffnet und durch wiederholtes Heben und Senken des Blutrecipienten das Blut mit der CO_2 geschüttelt und hiernach erst die Klemme *a*



geöffnet. Je nach der Farbe und Menge des Blutes dauerte der ganze Versuch respective die Erwärmung im CO_2-haltigen Raume 2—3 und mehr Stunden. War das Blut schwarz geworden, so durfte angenommen werden, es sei O frei; dann ward unter Luftabschluss eine Probe zur mikroskopischen Untersuchung herausgenommen und der Rest wesentlich in der von Setschenow beschriebenen Weise im Vacuum gasfrei gemacht. — Um unter Luftabschluss eine kleine Menge des mit CO_2 behandelten Blutes zur Untersuchung zu erhalten, füllte ich den Kautschukschlauch des Blutrecipienten vorsichtig mit Quecksilber, so dass keine Luftblase hängen blieb, klemmte oben, so dass das Quecksilber überfloss, den Kautschuk mit einer besonderen Klemme zu, und öffnete dann die untere bis dahin fortwährend geschlossene Klemme. Es floss nun das eingefüllte Quecksilber auf den Boden des Blutrecipienten und ein gleich grosses Volum des specifisch leichtern Blutes nahm seine Stelle ein; wurde hierauf die untere Klemme geschlossen und die obere geöffnet, so konnte man die abgetrennte Blutmenge in ein bereit gehaltenes Schälchen giessen und mikroskopisch betrachten, während das übrig gebliebene Blutvolum abgelesen und dann gasfrei gemacht ward.

Die drei Versuche, welche ich auf diese Weise anstellte, und die mit arteriellem Blute gerade so leicht zu bewerkstelligen sind, wie mit venösem, gelangen vollkommen. Wenn man kleine Blutmengen (25—30 CC.) anwendet, nehmen sie auch nicht allzuviel Zeit in Anspruch.

Es ergab sich, dass die nach der Behandlung des Blutes mit CO_2 mittelst mehrmaliger Erneuerung des Vacuums erhaltenen Gase in jedem Falle aus reiner CO_2 bestanden.

Die mikroskopische Untersuchung dieses von seinem O und N befreiten Blutes, das nur noch seine CO_2 enthielt, ergab eine wenn auch spärliche, doch stets unverkennbare Bildung von Hämatokrystallin; somit wirkt schon die Entziehung des Sauerstoffes allein zerstörend auf die Blutkörperchen; die Gegenwart verdunstbaren Sauerstoffes im lebenden Blute ist zu ihrer Erhaltung durchaus nöthig.

Zu bemerken ist, dass das dunkle O-freie CO_2-haltige Blut durch Schütteln mit atmosphärischer Luft wieder hellroth wird, aber wie es scheint, nur sehr kurze Zeit die hellere Farbe behält. Die Blutkörperchen haben die Neigung, sich geldrollenförmig zu gruppiren, verloren.

Es darf jedoch nicht übersehen werden, dass die Veränderung der Blutkörperchen nur eine theilweise war, was hervorgeht erstens daraus, dass neben den spärlichen Blutkrystallen

allem Anscheine nach intacte Blutkörperchen zu sehen waren, zweitens aus dem Umstande, dass das dunkle Blut durch O eine helle Farbe annahm. Demnach sind nicht alle Blutkörperchen gleich leicht veränderlich.

Die Frage lag nun nahe, ob im Blute Erstickter, welches, wie Setschenow fand, nur Spuren von Sauerstoff enthält, gleichfalls die Blutkörperchen zum Theil zerfallen oder nicht, mit anderen Worten, ob das unmittelbar dem Gefässe entnommene Blut eines Erstickten, ohne weiteren Processen zu unterliegen, Blutkrystalle enthält oder nicht. Es wurde, um dies zu erfahren, folgender Versuch angestellt:

Einem kleinen Hunde ward die A. carotis dextra, die V. jugularis externa sinistra und die Trachea blosgelegt; in die Gefässe wurden Glascanülen eingeführt, an die Trachea eine von den bekannten auch bei der Gaspumpe allgemein angewandten Meyer'schen Klemmen angelegt, und durch Zuschrauben dieser dem Thiere die Möglichkeit des Athmens genommen. In dem Augenblicke, wo die Cornea gegen den Reiz des sie berührenden Fingers unempfindlich wurde, ward gleichzeitig an beiden Gefässen die Ligatur gelöst und das Blut floss in eine bereit gehaltene Schale. Es war dunkelroth gefärbt und das aus der Arterie unterschied sich nicht in seinem Ansehen von dem aus der Vene. Ein Tropfen von beiden Blutarten zeigte unter dem Mikroskop noch innerhalb der ersten Minute nach beendigtem Auffangen, welches etwa eine Minute dauerte, reichliche Krystallbildung, was bei einem nicht erstickten, natürlich verendeten, verbluteten oder durch Stich in das Herz getödteten Hunde wohl niemals beobachtet wird. Die Krystalle nahmen unter dem Auge des Beobachters an Dicke und Länge, sowie an Zahl zu, so lange die Verdunstung des Tropfens auf dem Objectglase dauerte, und zwar langsamer mit Deckgläschen als ohne, demnach wahrscheinlich caeteris paribus proportional der Verdunstungsgeschwindigkeit. Bei gelindem Schütteln an der atmosphärischen Luft wurde das Blut wieder hellroth, gerade wie das im Apparat von seinem O und N befreite CO_2-haltige Blut.

Dass durch das Ersticken, wobei sämmtlicher disponibler Sauerstoff zu Oxydationen verbraucht wird, die Blutkörperchen zerfallen, beweist, wie unentbehrlich der Sauerstoff zur Erhaltung derselben ist; dass auf der andern Seite bei der O-Entziehung nur ein Theil der Blutkörperchen zersetzt wird, scheint daraus hervorzugehen, dass das krystallhaltige Blut Ersticker durch Schütteln mit atmosphärischer Luft wieder hellroth wird. Ausserdem waren sehr viele, allem Anscheine nach unverän-

derte Blutkörperchen zwischen den Krystallen zu sehen. Ueberdies kann ein Thier, welches bis zu dem hier erreichten Grade erstickt ist, durch Einleitung der künstlichen Respiration dauernd wieder belebt werden.

Es wurde, um zu erfahren, ob auch die CO_2 zur Erhaltung der Körperchen nothwendig sei, Blut in einem O-haltigen Raume ausgepumpt, wobei gerade so verfahren ward, wie beim Auspumpen im CO_2-Raum; nur enthielt der Ballon statt CO_2 reinen (aus $KaOClO_5$ dargestellten) Sauerstoff, und es wurde nur arterielles Blut angewandt. Obwohl man hätte erwarten sollen, dass auf diese Weise sämmtliche verdunstbare CO_2 auszutreiben sei, ohne dass der O entwich, so gelang mir dieses selbst bei 7-, 8-, ja 10maliger Erneuerung des O-haltigen Raumes doch nicht, wie die Analyse der bei der nachherigen Auspumpung im Vacuum erhaltenen Gase zeigte. Hier einige Versuche.

1. Versuch: Blut aus der Carotis eines Hundes wurde in dem 5mal erneuerten O-Raume (jedesmal eine halbe Stunde) auf circa 38^0 C. erwärmt, und um eine innigere Berührung des Blutes und Sauerstoffes herbeizuführen, ersteres vor dem Kochen im O-Raum, mit O geschüttelt, gerade so wie bei den analogen Versuchen mit CO_2. Die Farbe war trotzdem nach der fünften Erneuerung des O-Raumes fast eben so dunkel wie die gewöhnlichen gasfreien Blutes; nach dem Schütteln mit reinem O nahm es indess eine hellere Farbe an, die aber nicht so hell war, wie die natürliche unmittelbar nach dem Auffangen beobachtete Farbe. 35·8 CC. dieses Blutes wurden gasfrei gemacht. Die Analyse ergab, dass 100 Volumina desselben (die Gase bei 0^0 und 1 Meter gemessen) enthielten:

22·44 Vol. verdunstbare Gase, wovon
3·99 „ Kohlensäure,
1·12 „ gebundene Kohlensäure,
5·11 „ Kohlensäure im Ganzen.

Vor der Gasentziehung wurde eine Probe dieses CO_2-armen und O-reichen Blutes unter Luftabschluss aus dem Blutrecipienten genommen und mikroskopisch betrachtet. Es war nicht die mindeste Anomalie wahrnehmbar. Die Blutkörperchen zeigten noch deutlich das Bestreben, sich geldrollenförmig zusammenzulegen. Von Krystallen war keine Spur zu entdecken.

2. Versuch: Blut aus der Art. cruralis eines schwarzen Hundes. Nach siebenmaliger Erneuerung des O-Raumes hatte das Blut eine fast schwarze Farbe angenommen, wurde jedoch nach längerem Schütteln mit O bedeutend heller.

30·8 CC. wurden gasfrei gemacht; 100 Vol. enthielten:
17·84 Vol. verdunstbare Gase, wovon
2·98 „ Kohlensäure,
0·84 „ gebundene Kohlensäure,
3·82 „ Kohlensäure im Ganzen.

Mikroskopisches Verhalten wie oben.

Weitere Versuche mit 8- und 10maliger Erneuerung des O-haltigen Raumes lieferten kein günstigeres Resultat. Es blieben stets einige Procente verdunstbare CO_2 zurück; im Uebrigen behielt das Blut ganz sein normales Ansehen; die Blutkörperchen schienen unverändert. Von Krystallen war nichts zu entdecken. Nur die Farbe des Blutes war trotz der Behandlung mit O zu Ende des Versuches dunkler als zu Anfang desselben.

Da es demnach auf diese Weise nicht gelang, sämmtliche verdunstbare CO_2 aus dem Blute auszutreiben, so wurde, um eine nachhaltigere Wirkung des O auf dasselbe zu erzielen, längere Zeit hindurch CO_2-freie atmosphärische Luft durch eine möglichst kleine Blutmenge geleitet und hierauf die rückständigen Gase aus derselben in der Gaspumpe gewonnen.

Die Luftdurchleitung ging in der einfachsten Weise vor sich. Durch ein oder zwei Liebig'sche KaO-Kugelapparate wurde die Luft mittest eines sehr grossen Aspirators durchgesogen. Sie trat durch eine lange Gasröhre aus der KaO-Lauge in das Blut, welches in einer nur halbgefüllten, langhalsigen Flasche sich befand, deren doppelt durchbohrter, luftdicht schliessender Stopfen zwei rechtwinkelig gebogene Röhren trug. Eine von diesen reichte mit einem Schenkel bis auf den Boden der Flasche, mit dem anderen stand sie in luftdichter Verbindung mit dem KaO-Apparate. Die andere Röhre reichte mit einem Schenkel nur bis an die Innenseite des Stopfens, mit dem anderen stand sie luftdicht in Verbindung mit einer Flasche Kalkwasser, die ihrerseits mit dem Aspirator luftdicht communicirte. Um den bei raschem Durchleiten sich bildenden Eiweissschaum in der Blutflasche zurückzuhalten, umband ich die kurze Röhre, wo sie an der Innenseite des Stopfens mündet, 8—10fach mit Seide, was sich als sehr zweckmässig erwies, ohne den Luftstrom zu verlangsamen, der ohnehin nicht sehr schnell sein durfte.

Das Kalkwasser wurde in den ersten Stunden ausgeschaltet, und, so oft es sich trübte, durch neues ersetzt, bis eine Trübung während wenigstens einer Stunde Durchleitens nicht mehr bemerkt werden konnte. Dann ward mit der Luftdurchleitung aufgehört und das Blut in der Gaspumpe gasfrei gemacht.

Wiewohl nun das Kalkwasser nicht mehr getrübt wurde, so enthielt dennoch in jedem Versuche das Blut noch einige Procente verdunstbarer CO_2.

3. Versuch: Blut aus der Carotis eines Hundes ward in einem Wasserbade bei circa 38° C. gehalten, nachdem es durch Schlagen defibrinirt worden und dann Luft durchgeleitet. Es nahm sehr schnell, obwohl arteriell, eine noch hellere Farbe an, wurde aber nach und nach wieder dunkler und nach sechzehnstündigem Durchleiten hatte es das Ansehen von venösem Blute. Das Schäumen hörte auf, und die Blutkörperchen hatten fast sämmtlich die bekannte sternförmige Zackenform angenommen, welche eintritt, wenn das Blut Wasser verliert, was hier beim Durchströmen eines durch KaO getrockneten Luftstromes bei 38° C. nicht anders sein konnte. Auch trat Hämatokrystallin auf. Da indessen das Kalkwasser nicht mehr getrübt wurde, so durfte man erwarten, das Blut CO_2 frei zu finden.

35·1 CC. wurden gasfrei gemacht.
100 Volumina enthielten:
22·00 Vol. verdunstbare Gase, und zwar:
3·50 „ CO_2,
14·25 „ O,
2·25 „ N, ausserdem
0·58 „ gebundene CO_2; im Ganzen 4·08 Vol. CO_2.

Um dem Verdunsten des Wassers aus dem Blute beim Durchleiten der Luft vorzubeugen, wurde in den folgenden Versuchen zwischen den Kaliapparat und das Blut eine Wasserflasche eingeschaltet, durch welche die CO_2-freie Luft streichen musste, ehe sie in das Blut gelangte. Die Versuche wurden in einem ungeheizten Zimmer angestellt und das Blut behielt die Temperatur der Zimmerluft.

4. Versuch: Nachdem 7 Stunden lang (2. März) ohne Unterbrechung durch Blut aus der Carotis eines jungen Hundes Luft geleitet worden, wurde das ausserordentlich hellroth gefärbte Blut in Eis gestellt und am folgenden Tage noch 3 Stunden mit der Luftdurchleitung fortgefahren.

Dann war in dem vorgelegten Kalkwasser keine Trübung mehr bemerkbar. Von dem prächtig hellroth gefärbten Blute wurden 34·8 CC. gasfrei gemacht. 100 Vol. desselben enthielten (die Gase wie immer bei 0° und 1 Meter):

12·79 Vol. verdunstbare Gase, nämlich:
3·61 „ CO_2,
9·18 „ O + N; ausserdem
2·38 „ gebundene CO_2;
im Ganzen
5·99 „ CO_2.

5. Versuch: Einem kleinen schwarzen, sehr mageren Hunde wurde Blut aus der Carotis entzogen und damit gerade so, wie im vorigen Versuche verfahren. Nach neunstündiger ununterbrochener Luftdurchleitung konnte keine Trübung des Kalkwassers mehr bemerkt werden. Das Blut, welches ein helleres Roth als das frischeste arterielle Hundeblut zeigte, wurde Nachts in Eis aufbewahrt und am folgenden Tage (am 11. März) noch 2 Stunden lang die Luftdurchleitung fortgesetzt, wobei sich schliesslich das Kalkwasser nicht mehr trübte. Zur Gasentziehung angewandt 35·0 CC. Blut. 100 Vol. enthielten:

21·48 Vol. verdunstbare Gase, nämlich:
6·33 „ CO_2 und
15·15 „ C + N; ausserdem
0·69 „ gebundene CO_2; im Ganzen
7·02 „ CO_2.

Zu bemerken ist, dass in den beiden letzten Versuchen das Blut gleich beim Beginne des Durchleitens eine bei weitem hellere Farbe annahm, als es sie aus der Carotis mitbrachte und diese zinnoberrothe Farbe auch über Nacht beibehielt.

Stellen wir die zuletzt mitgetheilten Versuche tabellarisch zusammen:

Versuchsnummer	Verdunstbare Gase	Verdunstbare CO_2	Gebundene CO_2	Gesammte CO_2-Menge	O und N	Behandlung des Blutes vor der Gasentziehung
1	22·44	3·99	1·12	5·11	18·45	5 mal nach Schütteln mit O im O-Raum bei 38° C.
2	17·84	2·98	0·84	3·82	14·86	7 mal nach ditto.
3	20·00	3·50	0·58	4·08	16·50	16 Stunden lang trockene CO_2-freie atmosphärische Luft bei 38° C. durchgeleitet.
4	12·79	3·61	2·38	5·99	9·18	10 Stunden lang feuchte CO_2-freie atmosphär. Luft bei ca. 15° C. durchgeleitet.
5	21·48	6·33	0·69	7·02	15·15	11 Stund. lang Luft wie bei 4 durchgeleitet.

Aus diesen Versuchen ergibt sich:

1. Dass bei Anwesenheit von Sauerstoff das Blut nicht kohlensäurefrei gemacht werden kann. Dieser Erfolg kann zweierlei Deutung erfahren: entweder es bildet sich unter dem Einflusse von Sauerstoff die ausgeschiedene CO_2 stets von Neuem, oder es hat keine Neubildung stattgefunden; im letzteren Falle müsste man annehmen, dass bei reichlicher Anwesenheit von Sauerstoff eine der Bedingungen nicht eintreten könnte, von welchen die Austreibung der letzten Antheile verdunstbarer Kohlensäure abhängig ist.

Den diese Zweideutigkeit entfernenden Versuch, die Bestimmung der absoluten Mengen von CO_2 aus dem unveränderten und aus dem mit O behandelten Blut habe ich aus Mangel an Zeit nicht anstellen können; ich kann also nur Wahrscheinlichkeitsgründe für die Entscheidung der obigen Alternative sprechen lassen. Diese deuten aber sämmtlich darauf hin, dass die letzten Antheile von CO_2, welche durch den CO_2- und O-freien Raum abgeschieden werden können, im O-haltigen Raum gebunden bleiben. Hätte eine stetige Neubildung von CO_2 stattgefunden und wäre dieselbe im freien

Zustande vorhanden gewesen, so hätte sich nach stundenlangem Durchleiten des Gases durch Kalkwasser in diesem ein Niederschlag erzeugen müssen. Nicht minder widerspricht der 4. und 5. Versuch in Verbindung mit vielen anderen einer Neubildung von CO_2. Bei ihnen war das O-haltige Blut in Eis verwahrt, und dennoch enthielt dieses Blut, nachdem es durch Einleitung von O möglichst frei von CO_2 gemacht war, noch über 6 Procent dieser Gasart. Niemals aber ist unter diesen Umständen bei früheren vergleichenden Analysen eine Neubildung von CO_2 beobachtet worden. Endlich spricht auch für eine Zurückhaltung der schon vorhandenen CO_2 der Umstand, dass in vier unter den fünf beobachteten Fällen die procentische Menge der zurückgehaltenen CO_2 sich nahezu gleich geblieben war, obwohl die Bedingungen, unter denen die Zufügung von O stattfand, sich so sehr verschieden verhielten.

2. Das Blut kann den grössten Theil seiner CO_2, und demnach auch einen sehr bedeutenden Bruchtheil von derjenigen verlieren, welche nach den früheren Versuchen in der Blutflüssigkeit gebunden ist, ohne dass sich die Formen und Eigenschaften der Blutkörperchen ändern.

Daraus kann man in Verbindung mit früher mitgetheilten Erfahrungen folgern, dass keinesfalls der Zerfall, beziehungsweise der Austritt eines den Zusammenhang des Körperchens bedingenden Stoffes nothwendig ist, um die gebundene CO_2 der Blutflüssigkeit auszutreiben. Um unter diesen Umständen zu begreifen, wie die sauerstoffhaltigen Körperchen die CO_2 auszuscheiden vermögen, läge es nun nahe, daran zu denken, dass der ozonisirte Sauerstoff seine zersetzende Wirkung entfaltet habe. Dann würde aber das Ozon keine vollständige Austreibung der CO_2 bewirken können.

Ueberblicken wir nun aber noch einmal das, was die bisherigen Versuche über den Zusammenhang zwischen der Form der Körperchen und dem Gasgehalt des Blutes gelehrt haben, so würde sich ergeben:

Die Körperchen können ihre Form einbüssen (durch Entgasung oder den elektrischen Schlag), ohne dass im Blute die normale Absorptionsfähigkeit für Gase beeinträchtigt wird. Dieses beweisen für den O die Absorptionsversuche von Setschenow, und andererseits die Erscheinungen, welche eintreten, wenn man venöses oder arterielles Blut durch die elektrischen Schläge verflüssigt. In keinem Falle bemerkt man hierbei eine Gasentwickelung, und zugleich beobachtet man, dass die durchsichtig gemachten Blutarten in der natür-

lichen Farbe erscheinen, das venöse Blut dunkelroth, das arterielle hellroth (Rollett).

Die Entgasung bedingt nicht unmittelbar den Zerfall der Körperchen, sondern nur dadurch, dass mit der Entfernung der Luftarten Vorgänge eingeleitet werden, die einen Zerfall der Körperchen nach sich ziehen. Dieses geht daraus hervor, dass auch nach vollständiger Entgasung und dauernder Aufbewahrung des gasfreien Blutes bei vollkommenem Luftabschluss ein grosser Theil der Körperchen sich unverändert erhält.

Diese Thatsache lässt, wie es scheint, nur die eine Erklärung zu, dass eine Anzahl der Körperchen geneigter ist, nach der Entgasung die zur Zerfällung führende Zersetzung zu erleiden, als die übrigen.

Der Vorgang bietet in dieser Beziehung eine grosse Analogie mit demjenigen, welcher beim Gefrieren der Körperchen beobachtet wird; auch ein einmaliges Gefrieren reicht nicht hin, um alle Körperchen zu zerstören; mehrmaliges Wechseln der Temperatur überwindet erst die Blutkörperchen, die mit einer geringeren Neigung zur Zersetzung begabt sind.

Die Zersetzung tritt am ausgedehntesten ein, wenn alle Gase entfernt sind; sie ist schwächer, aber noch merklich, nach Entfernung allen Sauerstoffes, sie fehlt ganz, wenn das Körperchen mit Sauerstoff gesättigt ist, und das Blut seine CO_2 bis auf 3 Procent eingebüsst hat.

Rücksichtlich der Producte bietet die Zersetzung der Körperchen durch Entgasung die grösste Aehnlichkeit mit ihrer Zerlegung durch verdünnte fixe Säuren. In beiden Fällen wird das Körperchen in eine farblose Scheibe und in eine rothe Lösung zersetzt. Beim Gefrieren und Elektrisiren wird dagegen das Körperchen gänzlich in Lösung gebracht.

Ueber die Wirkung des Alkohols, Strychnins und Opiums auf die reflexhemmenden Mechanismen des Frosches.

Von

Dr. F. Matkiewicz.

Durch die Entdeckungen Setschenow's „über die Hemmungsmechanismen für die Reflexthätigkeit des Rückenmarks im Gehirne des Frosches“ angeregt, unternahm ich unter seiner Leitung eine Reihe von Versuchen an Fröschen mit Alkohol, Strychnin und Opium, um die Wirkung dieser Gifte auf die Hemmungsmechanismen kennen zu lernen. Bis jetzt beschränkten sich die Resultate aller Untersuchungen über die Wirkung der narkotischen und anderen Gifte auf das Gehirn auf allgemeine Phrasen; — die Wirkung wurde als erregend, schwächend, lähmend bezeichnet, dabei liess man aber vollkommen ausser Acht die Wirkung derselben auf die einzelnen Theile des Gehirns, mit Ausnahme etwa des verlängerten Marks, von dem zuweilen Etwas erwähnt wird. Es liegt darin auch nichts Auffallendes, wenn man bedenkt, wie unvollkommen unsere Kenntnisse über die Functionen der einzelnen Theile des Gehirns sind. Die Hauptsache ist aber, dass uns genügende Methoden zur Untersuchung fehlten, dass wir, so zu sagen, kein Criterium für den richtigen Vergleich des normalen und nicht normalen Zustandes hatten. Die letzten Entdeckungen Setschenow's, welche zeigen, dass nach dem Durchschnitte gewisser Gehirntheile und nach den Reizungen derselben an gesunden Fröschen eine gleichmässige Schwächung oder Verstärkung der Reflexthätigkeit hervorgebracht wird, machen es

uns möglich, dieselbe Methode bei einem nicht normalen, durch Gifte veränderten Gehirne anzuwenden und aus dem erhaltenen Unterschiede in den Erscheinungen auf die Veränderungen im Gehirne zu schliessen.

Wahr ist es, dass auch diese Methode noch ziemlich roh ist, — von den Mechanismen selbst, welche die Reflexthätigkeit hemmen, weiss man nur, dass sie wirklich vorhanden sind; wo sie sich aber eigentlich befinden, auf welchem Wege sie unter normalen Verhältnissen wirken, endlich welche Theile derselben, welchem Bezirke des peripherischen Nervensystems vorstehen, alles dieses ist bis jetzt noch unbekannt. Daher kann die Anwendung dieser Methode nur allgemeine Resultate geben, und das Endresultat kann in wenigen Thatsachen zusammengefasst werden. Ungeachtet dieser Mängel ist diese Methode doch vorläufig die einzige, durch welche man, wenn auch nur theilweise, die Wirkung der Gifte auf das Gehirn des Frosches erforschen kann.

Die Versuche, in der Art wie sie ausgeführt wurden, sind nur ausschliesslich an Fröschen möglich vorzunehmen, da die Nervenmasse dieser Thiere, ungeachtet verhältnissmässig bedeutender Verletzungen lange Zeit ihre Functionen beibehält. Ausserdem ist der Frosch auch dadurch vortheilhaft, dass die Haut desselben sehr lange Zeit die Empfindlichkeit gegen schwache chemische Reize, das ist sehr verdünnte Schwefelsäure beibehält und uns dadurch gestattet, den geringsten Schwankungen der Reflexbewegungen, dem Hauptcriterium bei der Beurtheilung der Functionen des centralen und peripherischen Nervensystems, zu folgen.

Indem ich mir zur Aufgabe gestellt habe, die Wirkung der oben angeführten Gifte nur nach einer Richtung hin — das ist, auf die Hemmungsmechanismen für die Reflexthätigkeit zu beobachten, ohne dabei die übrigen Organe und Systeme zu berücksichtigen, gehe ich zur Beschreibung der Versuche selbst über. Dieselben sind ähnlich den Versuchen Setschenow's ausgeführt worden, welche derselbe an normalen Fröschen angewandt und in seiner Abhandlung: „Physiologische Studien über die Hemmungsmechanismen für die Reflexthätigkeit des Rückenmarks im Gehirne des Frosches. Berlin 1863.“ veröffentlicht hat; deshalb werde ich dieselben nicht genauer beschreiben, sondern nur kurz den Gang der Versuche und die geringen Abänderungen, welche ich vornehmen musste, auseinandersetzen. Zuerst wurden bei einem nicht vergifteten Frosche die Reflexbewegungen nach Türck's Methode gemessen; darauf wurde das Gift stets im flüssigen Zustande in

den Bauchlymphsack vermittelst einer calibrirten Spritze eingeführt. Damit die Menge des Giftes stets eine bestimmte sei, und damit dasselbe sich nicht nach aussen entleeren könne, wurde der Einstich in die Haut zur Seite des Brustbeins gemacht und dabei zugleich die an dieser Stelle sich befindende oberflächliche Muskelschicht durchstochen. Nach der Einführung des Giftes, bis zur Aeusserung seiner Wirkung, wurden in kurzen Zwischenräumen die Reflexbewegungen, welche durch verdünnte Schwefelsäure oder auch durch mechanische Reize der Haut, durch Kneipen und Drücken hervorgerufen wurden, gemessen. Darauf wurde, je nach der schnelleren oder langsameren Wirkung des Giftes, bald früher, bald später, der Schädel geöffnet und darauf Querdurchschnitte der verschiedenen Theile des Gehirns gemacht, und zwar wie in den Versuchen von Setschenow: in der Mitte der Hemisphären, durch die Sehhügel, hinter den Vierhügeln (lobi optici) und unter der Rautengrube (Sinus rhomboideus); ausserdem wurde der Querdurchschnitt durch die Sehhügel und hinter den Vierhügeln mit einer Kochsalzlösung und dessen feuchten Krystallen gereizt und darauf auf die oben erwähnte Art sowohl die nach Durchschneidungen als durch Reizungen erhaltenen Resultate gemessen. Die Reizung des Gehirns mit Elektricität wurde an vergifteten Fröschen nicht vorgenommen, weil die Anwendung derselben zuviel Schwierigkeiten darbietet. Endlich wurden die Hemmungsmechanismen auf physiologischem Wege gereizt, wie es in der erwähnten Abhandlung angegeben ist, durch Einwirkung mit concentrirter Schwefelsäure auf die Empfindungsnerven der Mundschleimhaut und der Haut durch Verbrennen derselben mit einer glühenden Platte, und dabei wurde auf gleiche Weise wie oben die Einwirkung dieses Reizes auf die Reflexthätigkeit des vergifteten Frosches gemessen.

Versuche mit Alkohol.

Zu diesen Versuchen wurde Alkohol von 94^0 angewandt. Die Reflexbewegungen, die durch Eintauchen der vorderen oder hinteren Extremitäten in verdünnte Schwefelsäure hervorgerufen wurden, sind nach der Anzahl der Schläge eines Metronoms, welcher 100 Schläge in der Minute machte, gezählt worden. Die Stärke der Schwefelsäure *) richtete sich nach

---

*) Bei der schwächsten Säurelösung wurden bei unseren Versuchen 2 Tropfen auf ein Spitzglas Wasser genommen und dieselbe mit Nr. 1. bezeichnet, doppelt so starke Lösung — mit Nr. 2.

der Empfindlichkeit der Haut eines jeden Frosches, — es wurde nämlich darauf geachtet, dass die Reflexbewegungen bei den Vorversuchen nicht vor 5 und nicht nach 20 Schlägen des Metronoms eintraten.

I. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirn.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	Nach 7 Metr. Schl.		nach 12 Metr. Schl.
	eine Reflexbew.	—	eine Reflexbew. (Nr. 1.)

Es werden 0,8 Cub.-Ctm. Alkohol in den Bauchlymphsack eingespritzt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 2 Minut.	14 Reflexbew.	—	15 Reflexbew.
4	14 „	—	16 „
6	10 „	—	12 „

Willkürliche Bewegungen fangen an schwächer zu werden.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 8 Minut.	10 Reflexbew.	—	12 Reflexbew.

Kneipen der Haut mit der Pincette auf dem Rücken und an den Seiten giebt keine Reflexe mehr. Das Zusammendrücken der vorderen und hinteren Füsse ruft nicht starke Bewegungen in den Extremitäten hervor.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
10	10	—	10
15	9	—	8

Aufheben der Füsse bei dem Ausziehen aus der Säure ist schwächer. — Starkes Kneipen der Haut mit der Pincette giebt keine Reflexbewegungen, ausgenommen an den hinteren Füssen, wo sie unbedeutend sind. — Willkürliche Bewegungen sind vollkommen gelähmt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
17	10	—	11
20	15	—	16

Starkes Drücken und Kneipen giebt keine Reflexe.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
22	15	—	16

Der Frosch hebt die Füsse nicht auf. Reflexbewegungen stellen sich als Zittern in den Zehen und Zusammenziehungen der Schwimmhäute dar.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
25	—	15	—

Reflexbewegungen in den Schwimmhäuten kaum bemerkbar.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
27		40 keine Reflexbewegungen.	
29		50 (Nr. 2) ebenso.	

Starke Lösung der Säure 1 : 8 giebt in den vorderen Extremitäten keine Reflexbewegungen mehr, in den hinteren dagegen unbedeutendes Zittern der Zehen.

Nach 30 Min. Von derselben Lösung erfolgen noch in den hinteren Füssen sehr unbedeutende Reflexbewegungen.

32 Keine Reflexe mehr, mit Ausnahme der Augenlider, welche noch gegen Reize empfindlich sind.

II. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch mit unverletztem Gehirne.

	Hintere Extremitäten.			Vordere Extremitäten.		
	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
	8 Reflexb.	—	10 Refl.	12 Refl.	—	16 R. (N. 1)

Es werden 0,3 CC. Alkohol in den Bauchlymphsack gespritzt. Unruhige Bewegungen.

	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
Nach 2 Min.	18	—	13	14	—	15
5	7	—	7	8	—	7
10	5	—	4	6	—	6

Willkürliche Bewegungen sind schon matt.

Kneipen der Haut und Zusammendrücken der Füsse rufen Reflexbewegungen hervor.

	Hintere Extremitäten.			Vordere Extremitäten.		
	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
15	8 Refl.	—	5 Refl.	6 Refl.	—	6 Refl.

Willkürliche Bewegungen noch schwächer.

Kneipen der Haut auf dem Rücken giebt keine Reflexe.

Es wird noch 0,1 CC. Alkohol eingespritzt.

	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
20	7	—	5	—	6 Refl.	—
25	7	—	7	—	6	—

Willkürliche Bewegungen sind gelähmt. — Der Reflex stellt sich als unbedeutende Ablenkung der Füsse nach der Seite oder als Zittern in den Zehen dar. — Kneipen der Haut am ganzen Körper und auch starkes Zusammendrücken der Füsse geben keine Reflexe mehr.

	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
30	7	—	7	—	5	—
35	8	—	5	—	5	—

Die Reflexe stellen sich ebenso dar, nur sind die Bewegungen noch schwächer.

	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
40	—	7	—	—	7	—

Die Reflexbewegungen sind nur in den Schwimmhäuten vorhanden.

Nach 44 Min. Es wird noch 0,1 CC. Alkohol eingespritzt.

	rechte	beide	linke	rechte	beide	linke
45	—	8	—	—	6	—
50	—	10 (Nr. 2)		—	18 (Nr. 2)	—
55	—	8 „	—	—	23 „	—
1 Stunde	—	15 „	—	—	30 keine R.	—

1 — 5 Starke Lösung der Säure 1:8 in den vorderen Extremitäten ruft keine Reflexe hervor, in den hinteren noch ziemlich starke.

1 — 10 In den hinteren Füssen ergab dieselbe Lösung noch sehr schwache Reflexbewegungen.

1 — 15 Reflexe sind nicht mehr zu erzielen.

8 Versuche mit unverletztem Gehirne gaben gleiche Resultate. Aus diesen Versuchen ersieht man, dass nach der Einspritzung des Alkohols unter die Haut, nach einigen unruhigen Bewegungen, welche übrigens zuweilen auch ausbleiben, nach 5 bis 10 Minuten, je nach der Menge des eingespritzten Alkohols, die willkürlichen Bewegungen schwächer werden, und darauf allmälig ganz aufhören. — Die Empfindlichkeit der Haut gegen Kneipen und Drücken hört zuerst am Rücken, dann auf der Bauchfläche, an den vorderen und zuletzt an den hinteren Extremitäten auf, — an den Füssen der letzteren bleibt sie am längsten erhalten. Die Empfindlichkeit gegen Säure bleibt aber viel länger erhalten, als die gegen mechanische Reize. Die durch Säure hervorgerufenen Reflexe sind anfangs regelmässig und werden überhaupt leichter hervorgerufen, obgleich die Stärke derselben allmälig abnimmt. Die Empfindlichkeit hört zu gleicher Zeit mit der völligen Vernichtung der Bewegungen auf und zwar an den vorderen Extremitäten etwas früher, als an den hinteren.

III. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch mit unverletztem Gehirne.
Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	8 Reflexbew.	—	12 Reflexbew. (Nr. 1)

Es werden 0,4 CC. Alkohol in den Bauchlymphsack eingespritzt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 13 Min.	8	—	7

Willkürliche Bewegungen gelähmt. — Zusammendrücken der Füsse giebt sehr schwache Reflexe.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
15	Schnitt in die Halbkugeln.		
16	10	—	11
	6	—	7

18 Schnitt in die thalami optici.

Nicht lang anhaltende Prostration — keine Spannung der Muskeln — keine unruhige Bewegungen.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
19	8	—	13
	6	—	6
20	9	—	19

Schwache unruhige Bewegungen in den hinteren Füssen.

25	17	—	26

Schnitt zwischen Vierhügel und Medulla oblongata.

Vollkommene Prostration.

27	60 keine Reflexb.	—	60 keine Reflexbew.
29	ebenso	—	ebenso.
31	ebenso	—	ebenso.
32	Schnitt unter die Rautengrube.		
33	30 keine Reflexb.	—	30 keine Reflexbew.
34	10 Reflexbeweg.	—	11 Reflexbeweg.
35	12	—	11.

IV. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,5 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 17 Min.	Schnitt in die Halbkugeln.		
	11 Reflexbew.	—	17 Reflexbeweg.
19	Schnitt durch die thalami optici.		
	Prostration — keine unruhige Bewegungen.		
20	50 keine Reflexb.	—	17 Reflexbeweg.
	Hintere Extremitäten.		
Nach 21 Min.	18 Reflexb.	—	9 Reflexb.
23	7	—	6
25	10	—	9

V. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 20 Min.	Willkürliche Bewegungen sind gelähmt. Gehirn unverletzt.		
	8 Reflexb.	—	7 Reflexb. (Nr. 1)
23	Schnitt in die Hemisphären.		
24	30 keine Reflexb.	—	30 keine Reflexb.
25	8 Beweg.	—	6 Beweg.
26	Schnitt durch die thalami optici.		
27	60 keine Reflexb.	—	60 keine Reflexb.
29	ebenso	—	12 Reflexb.
30	12 Reflexb.	—	14 Reflexb.

In 59 Versuchen, in welchen die Sehhügel durchschnitten wurden, wurde 42 mal keine Depression der Reflexthätigkeit beobachtet, oder höchstens nur in der ersten Minute, wie gewöhnlich nach jedem Durchschnitt. — In den übrigen 17 Fällen wurde eine Depression der Reflexthätigkeit beobachtet und zwar in folgender Weise: in 7 Fällen dauerte die Depression 2 Min., in 5 Fällen 3 Min., in 1 Falle 5 Min.; in den übrigen vier Fällen konnte sie wegen der unruhigen Bewegungen nicht genau bestimmt werden. Ueberhaupt trat die Depression bei einem geringen Grade der Vergiftung ein.

VI. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 17 Min. Schnitt durch die Hemisphären.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	25 Reflex	—	17 Reflex (Nr. 1)
18	10	—	9
19	Schnitt durch die thalami optici. Keine unruhige Bewegungen.		
20	8	—	10
23	14	—	11
25	Applic. des Salz. in flüss. Form. Das Thier bleibt ruhig.		
26	40 keine Reflexb.	—	40 keine Reflexb.
28	ebenso	—	35 Reflexb.
	Salz entfernt.		
29	14 Refl.	—	12 Refl.

VII. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt.

Hintere Extremitäten.

Nach 18 Min. Schnitt durch die Hemisphären.

	40 Reflexb.	—	13 Reflexb. (Nr. 1)
19	10	—	12
20	Schnitt durch die thalami optici. Keine Spannung der Muskeln — keine unruhige Bewegungen.		
21	40 keine Reflexb.	—	40 keine Reflexb.
22	6 Reflexb.	—	7 Reflexb.
24	9	—	11

Salz in Krystallen.
Sehr unbedeutende Convulsionen.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 26 Min.	40 keine Refl.	—	40 keine Refl.
28	ebenso	—	ebenso.
30	ebenso	—	ebenso.
		Salz entfernt.	
31	7 Reflexb.	—	7 Reflexb.

VIII. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,5 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 30 Min. Der Frosch ist vollkommen gelähmt — starkes Kneipen ruft keine Reflexbewegungen hervor. — Gehirn unverletzt.

31	5 Reflexb.	—	5 Reflexb. (Nr. 1)
		Schnitt durch die thalami optici.	
		Nicht lang anhaltende Prostration, nach welcher sehr unbedeutende Bewegungen in den hinteren Füssen folgten.	
35	7 Reflexb.	—	7 Reflexb.
36		Salz in Krystallen.	
		Keine deutliche Convulsionen.	
38	50 keine Reflexb.	—	50 keine Refl.
40	ebenso	—	ebenso.
42	—	50 (Nr. 2) keine Refl.	—
		Spannung in den Muskeln des ganzen Körpers.	
45		Salz entfernt.	
47	9 Refl.	—	9 Refl. (Nr. 2)
50	8	—	8

In 12 Versuchen mit Kochsalzlösung und dessen Krystallen wurde ohne Ausnahme eine Depression der Reflexthätigkeit beobachtet. Die Flüssigkeit wirkt schwächer, als die Krystalle. Nach der Anwendung der Lösung wurde an den Fröschen weder eine Unruhe, noch Convulsionen beobachtet. Nach der Einwirkung der Krystalle dagegen bemerkt man gleichzeitig sowohl das eine, als auch das andere, jedoch im geringen Grade. Zuweilen aber, wie in dem Versuche VIII, bleiben die Convulsionen aus, und es entwickelt sich nach längerem Liegenbleiben der Krystalle auf dem Durchschnitte allgemeine Spannung der Muskeln. — Nach Entfernung der Krystalle hört die allgemeine Muskelspannung wieder auf und die Reflexbewegungen stellen sich wieder her.

IX. Versuch.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 16 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.		
	15 Reflexb.	—	15 Reflexb. (Nr. 1)
17	5	—	6
18	Schnitt durch die thalami optici.		
	50 Reflexb.	—	5 Reflexb.
19	8	—	6
20	Schwefelsäure in die Mundhöhle.		
	50 keine Reflexb.	—	50 keine Reflexb.
22	ebenso	—	ebenso.
24	8 Refl.	—	7 Refl.
	9	—	8.

Nach Anwendung der Säure auf die Mundschleimhaut wurde in 5 Versuchen eine vorübergehende Depression der Reflexthätigkeit beobachtet, in einem Versuche wurde die Depression nicht wahrgenommen.

Auf diese Weise wird nach Durchschneidung der Sehhügel bei mit Alkohol vergifteten Fröschen fast keine Depression der Reflexthätigkeit beobachtet, während bei normalen Fröschen diese Depression eine sehr anhaltende ist. — Nach Reizung des Durchschnitts mit einer Kochsalzlösung oder mit deren Krystallen beobachtet man, da der Reiz ein bedeutenderer ist, zwar auch eine Depression der Reflexthätigkeit, aber keine so bedeutende, als unter normalen Verhältnissen; desgleichen werden dadurch keine Convulsionen hervorgerufen, oder wenn auch welche eintreten, so sind sie doch bedeutend schwächer. Die Erscheinungen, welche nach Reizung der Mundschleimhaut mit Schwefelsäure eintreten, sind den bei normalen Fröschen entstehenden ähnlich.

X. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt.

Hintere Extremitäten.

Nach 16 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.		
18	13 Reflexb.	—	8 Refl. (Nr. 1)
	8	—	10.
20	Schnitt hinter den lobi optici. Vollkommene Prostration.		
	40 keine Reflexb.	—	40 keine Reflexb.
23	ebenso	—	ebenso.
25	ebenso	—	ebenso.
27	40 keine Reflexb.	—	28 Reflexb.
29	12 Reflexb.	—	22 Reflexb.

XI. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,35 CC. Alkohol eingespritzt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 18 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.		
	34 Reflexb.	—	28 Reflexb. (Nr. 1)
	9	—	9
21	Schnitt hinter den lobi optici.		
	Prostration.		
	40 keine Reflexb.	—	40 keine Reflexb.
23	ebenso	—	ebenso
24	14 Reflexb.	—	10 Reflexb.
26	7	—	6.

In 38 Versuchen, in welchen die Durchschnitte hinter den Vierhügeln (lobi optici) gemacht wurden, und zwar 16 mal nach vorläufiger Durchschneidung der Sehhügel und 22 mal nach Durchschneidung der Hemisphären, trat 29 mal eine sehr anhaltende Depression der Reflexthätigkeit ein, welche zwischen 5′ und 10′ schwankte. In 9 Versuchen, in welchen nicht bedeutende Depression eintrat, war wenig Alkohol eingespritzt worden. Nach diesem Durchschnitt tritt gewöhnlich eine starke Prostration ein. —

XII. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,5 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 25 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.		
	31 Reflexb.	—	27 Reflexb.
	14	—	6.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	linkes Bein
27	Schnitt hinter den lobi optici.	
	Prostration.	
	40 keine Reflexb.	40 keine Reflexb.
30	ebenso	ebenso
32	ebenso	ebenso
34	28 Reflexb.	17 Reflexb.
36	16	14.
	Salz in flüssiger Form.	
	Sehr unbedeutende Convulsionen.	
38	40 keine Reflexb.	40 keine Reflexb.
40	ebenso	28 Reflexb.
42	30 Reflexb.	21 Reflexb.

XIII. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,5 CC. Alkohol eingespritzt.

	Rechtes Bein	linkes Bein.
Nach 18 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.	
19	30 keine Reflexb.	30 keine Reflexb.
20	11 Reflexb.	9 Reflexb.
21	Schnitt hinter den lobi optici. Vollkommene Prostration.	
22	40 keine Reflexb.	40 keine Reflexb.
25	ebenso	ebenso
28	ebenso	25 Reflexb.
	Salz in Krystallen.	

Schwache Contractionen einzelner Muskeln, welche deutlicher sind an den Muskeln des Kopfes und des oberen Rumpftheiles, an den unteren Extremitäten kaum bemerkbar. Diese Contractionen entwickeln sich in den vorderen Theilen des Körpers früher, als in den hinteren.

30 Die Contractionen haben aufgehört.

35 Starke Lösung der Säure giebt keine Reflexe mehr.

XIV. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 15 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.	
	29 Reflexb.	31 Reflexb.
16	6	7.
17	Schnitt hinter den lobi optici. Prostration.	
19	50 keine Reflexb.	50 keine Reflexb.
21	ebenso	ebenso
24	ebenso	ebenso.
	Hintere Extremitäten.	
25	25 Reflexb.	14 Reflexb.
26	Salz in Krystallen. Nicht sehr anhaltende Convulsionen.	
28	50 keine Reflexb.	50 keine Reflexb.
32	ebenso	ebenso.
	Salz entfernt. Starke Lösung der Säure ruft die Reflexe hervor.	
35	42 Reflexb.	28 Reflexb.
37	27	15.

In 12 Versuchen mit Kochsalzlösung und dessen Krystallen trat in allen Fällen eine Depression der Reflexthätigkeit ein. Die Krystalle rufen nicht sehr lang anhaltende Convulsionen hervor, welche bei leichteren Betäubungen als Bewegungen, bei bedeutenderen als schwache Contractionen einzelner Muskeln auftraten. Die Contractionen sind deutlicher zu sehen an den Muskeln des Kopfes und des oberen Rumpftheiles, schwächer oder zuweilen auch gar nicht zu bemerken an den Muskeln der hinteren Extremitäten.

XV. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt. — Gehirn unverletzt.

	Rechtes Bein	linkes Bein.
Nach 15 Min.	8 Reflexb.	7 Reflexb.
18	Schnitt durch die Hemisphären.	
	28 Reflexb.	30 Reflexb.
19	12	14
20	8	9.
21	Schnitt hinter den lobi optici.	
	50 keine Reflexb.	50 keine Reflexb.
24	ebenso	ebenso
26	44 Reflexb.	29 Reflexb.
	15	18.
27	Schwefelsäure in die Mundhöhle.	
	20 Reflexb.	35 Reflexb.
	50 keine Reflexb.	48 Reflexb.
29	12 Reflexb.	15 Reflexb.

Sechs Versuche mit Reizung der Mundschleimhaut durch Schwefelsäure ergaben in allen Fällen eine nicht sehr lang anhaltende Verminderung der Reflexthätigkeit.

Im Vergleich mit einem normalen Frosche beobachteten wir nach Durchschneidung hinter den Vierhügeln (lobi optici) bei einem vergifteten Frosche eine bedeutend anhaltendere Depression der Reflexthätigkeit, folglich einen ganz entgegengesetzten Effect. Nach Application des Salzes an den Querschnitt des Gehirns hinter den Vierhügeln und nach Reizung der Mundschleimhaut mit Säure erhalten wir einen ähnlichen Effect, wie bei normalen Fröschen.

XVI. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 CC. Alkohol eingespritzt.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	linkes Bein
Nach 30 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.	
	16 Reflexb.	15 Reflexb.
33	Schnitt hinter den lobi optici.	
	50 keine Reflexb.	50 keine Reflexb.
36	ebenso	ebenso
40	ebenso	ebenso.
	Schnitt hinter die Rautengrube.	
42	7 Reflexb.	8 Reflexb.
44	9	8.

XVII. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,5 CC. Alkohol eingespritzt.

Nach 20 Min.	Schnitt durch die Hemisphären.	
	30 Reflexb.	15 Refl.
25	9	10
30	12	17
33	40 keine Reflexb.	40 keine Refl.
35	ebenso	ebenso.
	Schnitt hinter die Rautengrube.	
37	40 keine Refl.	40 keine Refl.
38	16 Refl.	12 Refl.
	8	7.

11 ähnliche Versuche ergaben dasselbe Resultat; es hat also eine Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb der Rautengrube (sinus rhomboideus), ebenso wie beim normalen Frosch, eine Verstärkung der Reflexthätigkeit zur Folge.

Resultate.

1. Bei unverletztem Gehirne: a) deutet eine Verstärkung der Reflexe nach Reizung mit Schwefelsäure und ihre grössere Regelmässigkeit nach Alkoholvergiftung darauf hin, dass der Einfluss der Hemisphären auf die Reflexthätigkeit geschwächt ist. — b) Das bedeutend frühere Aufhören der Empfindung in der Haut nach mechanischen Reizen, das ist Kneipen und Quetschen, als auch nach Säure deuten auf gesonderte anatomische Apparate für beide Empfindungsarten hin, welche bei Alkoholvergiftung nicht zu gleicher Zeit afficirt werden.

2. Das Factum, dass eine Durchschneidung der Sehhügel, gerade entgegengesetzt dem normalen Verhalten, keine Depression der Reflexthätigkeit zur Folge hat, wird sowohl durch eine verminderte Leitung der mittleren Gehirntheile, als auch durch einen veränderten Zustand der sich daselbst befindenden Hemmungsmechanismen erklärt. Diese Veränderung ist indessen nicht bedeutend, da eine stärkere Reizung dieser Mechanismen mit einer Kochsalzlösung oder dessen Krystallen, wie wir gesehen haben, eine ziemlich lange anhaltende Depression zur Folge hat, obgleich kaum so bedeutende, als unter normalen Verhältnissen. — Das Ausbleiben der Muskelspannung nach dem Durchschnitte, und die unbedeutenden Convulsionen, welche nach Reizung des Querschnittes mit Kochsalz beobachtet werden, können sowohl durch eine oben angedeutete Verminderung der Leitung, als auch durch eine Herabsetzung des ganzen Bewegungsapparates erklärt werden.

3. Eine bedeutende und anhaltende Depression der Reflexthätigkeit nach Durchschneidung des Gehirns hinter den Vierhügeln, also gerade entgegengesetzt dem normalen Verhalten, deuten darauf hin, dass nach Vergiftung mit Alkohol, die Thätigkeit der im verlängerten Marke befindlichen Hemmungsmechanismen, nicht nur nicht geschwächt, sondern gleichsam verstärkt sei. Diese Verstärkung kann jedoch nur eine relative sein. Aus den Versuchen S e t s c h e n o w's an normalen Fröschen ist es bekannt, dass nach diesem Durchschnitt und nach Bestreichung des oberen Theiles des verlängerten Markes mit Kochsalzlösung leicht Convulsionen entstehen, zugleich mit einer nicht sehr anhaltenden Depression der Reflexthätigkeit. Es ist folglich der Reiz dabei sowohl auf die Hemmungsmechanismen, als auch auf die in dem verlängerten Marke befindlichen Bewegungscentra vertheilt, indem sowohl die einen als die anderen gleichmässig erregt werden. In Folge des Antagonismus dieser beiden Apparate, zwischen denen wahrscheinlich eine Verbindung existirt, ist der Effect der Reizung der Hemmungsmechanismen weniger anhaltend; — die Reflexthätigkeit stellt sich bald wieder her und wird sogar stärker. Bei der Vergiftung mit Alkohol, wo der Bewegungsapparat fast vollständig deprimirt ist, kann ein solcher Antagonismus nicht vorhanden sein, und die Reizung, welche durch den Durchschnitt hervorgerufen wird, wird gleichsam allein auf die Hemmungsmechanismen concentrirt, und bringt dadurch eine viel anhaltendere Wirkung hervor.

Dass bei einem bedeutenden Grade der Vergiftung mit Alkohol wirklich der ganze Bewegungsapparat bedeutend

geschwächt ist, das sieht man aus den Versuchen, in welchen nach Einwirkung mit Kochsalzkrystallen auf das verlängerte Mark kaum bemerkliche Muskelcontractionen erfolgten, und auch diese nur am vorderen Theile des Rumpfes.

Versuche mit Strychnin.

I. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirn.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	12 Reflexb.	—	14 Reflexb.

Es wird eine Lösung von 0,00005 Grm. Strychn. nitrici in den Bauchlymphsack eingespritzt.

Unruhige Bewegungen.

Nach 2 Min.	18 Refl.	—	7 Refl.
3	9	—	10
6	28	—	17

Erhöhte Sensibilität der Haut gegen Berührung zeigt sich an den Lippen.

9	12	—	8

Starke unruhige Bewegungen.

Es wird noch eine Lösung von 0,00003 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

12	13	—	12

Die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung ist am Kopfe und am vorderen Theile des Körpers bedeutend gesteigert. — Starke unruhige Bewegungen.

15	10	—	7
16	10 Refl.	—	12 Refl.

Es wird noch eine Lösung von 0,00003 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

17	11	—	11

Sensibilität der Haut gegen Berührung ist auch in den hinteren Extremitäten erhöht; aber die durch Berühren derselben hervorgerufenen Reflexe beschränken sich nur auf diese Theile; — vom Kopfe und von den vorderen Extremitäten dagegen verbreiten sie sich auf den ganzen Körper.

20	12	—	8
23	24	—	20

Die geringste Berührung der hinteren Extremitäten ruft allgemeine Convulsionen hervor. — Unruhige Bewegungen haben nachgelassen.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 25 Min.	70 keine Reflexb.	—	46 convulsiv. Ausstreckung d. Beine
27	—	60 keine Reflexb.	—

Nicht lange anhaltender Tetanus.

Schnitt durch die Hemisphären.

Convulsionen, Sensibilität der Haut und Tetanus sind gesteigert.

29	—	50 keine Reflexb.	—

30 Schnitt durch die thalami optici.

Im ersten Augenblicke sind die Convulsionen, die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung geschwächt, bald aber fangen sie an wieder stärker zu werden.

31 Die Sensibilität der Haut gegen Berührung noch stärker — sehr anhaltender Tetanus.

32 Salz in Krystallen.

Nach der Application trat eine sehr schnelle und vollkommene Depression der Convulsionen und der Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung ein — die Spannung der Muskeln ist ganz aufgehoben.

33 Die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung und Convulsionen stellen sich allmälig wieder her.

35 Starke mechanische Reizung der Haut ruft noch schwache Reflexe hervor.

Neun Versuche mit unverletzten Nervencentren zeigten beim Beginn der Vergiftung mit Strychnin nach Reizung der Haut mit Schwefelsäure eine grosse Unregelmässigkeit in der Reflexthätigkeit; der Frosch ist überhaupt die ganze Zeit sehr unruhig. Je nach der unter der Haut eingeführten Menge des Giftes zeigt sich nach 2—10 Minuten zuweilen auch später eine erhöhte Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung, anfangs an den Lippen, an der Kopfhaut, dann an den vorderen Extremitäten, an dem Rumpfe und zuletzt an den hinteren Extremitäten. Die durch Berührung hervorgerufenen Reflexe beschränken sich anfangs auf die dem Reize nahe liegenden Stellen. Darauf verbreiten sie sich von dem vorderen Theile des Körpers auch auf die hinteren Extremitäten, aber nicht umgekehrt; später ruft die geringste Berührung der hinteren Extremitäten allgemeine Convulsionen hervor — und zuletzt tritt Tetanus ein. Vor dem Eintritt desselben ist die Empfindlichkeit der Haut gegen Säure bedeutend vermindert und die un-

ruhigen Bewegungen hören auf einige Zeit ganz auf. Nach dem Eintritt der Convulsionen ist über die Empfindlichkeit gegen Säure schwer zu urtheilen, da das Eintauchen in jede Flüssigkeit schon Tetanus hervorruft.

II. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch.

Schnitt durch die Hemisphären.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	10 Reflexb.	—	9 Reflexb. (Nr. 1)
	Es wird eine Lösung von 0,0004 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.		
Nach 1 Min.	14 Reflexb.	—	11 Reflexb.
2	40	—	12
	Sehr starke unruhige Bewegungen.		
3	Die erhöhte Sensibilität der Haut ist schon entwickelt.		
4	22 convuls. Ausstreck. d. Beine		90 keine Reflexb.
		70 convuls. Ausstreck. der Beine.	
5	Schnitt durch die thalami optici.		
	Convulsionen haben aufgehört — Sensibilität der Haut gegen Berührung sehr geschwächt. — Im ersten Augenbl.		
		7 convulsiv. Zusammenfahren der Füsse.	
		14 ebenso	
7		80 keine Reflexb.	
8		80 ebenso	
9	Sehr anhaltender Tetanus von selbst.		
10	Schnitt unter die Rautengrube.		
	Tetanus hat aufgehört — die Sensibilität der Haut gegen Berührung etwas vermindert.		
11		18 convuls. Ausstreck. der Beine	
		15 ebenso	
12		10 ebenso	
13		12 ebenso.	

III. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirne.

Hintere Extremitäten.

Rechtes Bein	beide	linkes Bein
13 Reflexb.	—	12 Reflexb. (Nr. 1)

Es wird eine Lösung von 0,0004 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 1 Min.	6 Reflexb.	—	22 Reflexb.
2	10	—	9

Starke unruhige Bewegungen.

3	6	—	16

Die Sensibilität der Haut gegen Berührung ist gesteigert.

4	25	—	38

Convulsionen von selbst.

5 Schnitt durch die thalami optici.
Sehr anhaltender Tetanus — die geringste Berührung ruft einen lang dauernden Tetanus hervor.

7 Salz in Krystallen.
Tetanische Spannung der Muskeln und die Sensibilität der Haut gegen Berührung haben sehr schnell und vollkommen aufgehört.

9 Die Sensibilität der Haut gegen Berührung stellt sich allmälig wieder her, ungeachtet dessen, dass die Krystalle auf der Durchschnittsfläche liegen bleiben.

10	—	50 keine Reflexb.	—

Convulsionen sind schwächer als vorher.

11 Salz entfernt.

12	—	50 keine Reflexb.	—

Ziemlich anhaltender Tetanus von selbst.

13 Schwefelsäure in die Mundhöhle.
Convulsionen haben nachgelassen, Sensibilität der Haut gegen Berührung deutlich geschwächt.

14 Convulsionen und Sensibilität wieder in der vorigen Stärke.

16 Der Frosch ist erschöpft.

IV. Versuch.

Ein starker Frosch.

Schnitt durch die Hemisphären.

6 Reflexb. — 5 Reflexb. (Nr. 2)

Es wird eine Lösung von 0,0006 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 2 Min. Die Sensibilität der Haut gegen Berührung ist sehr gesteigert.

3 Geringste Berührung ruft einen sehr anhaltenden Tetanus hervor.

Schnitt durch die thalami optici.
Sehr starker und anhaltender Tetanus.

Nach 4 Min. Salz in Krystallen.

Sehr schnelle und vollständige Aufhebung des Tetanus und der Sensibilität der Haut gegen Berührung, welche eine Minute anhielt. In dem ersten Augenblicke nach der Application der Krystalle

21 unbedeutendes convulsivisches Zusammenfahren der Füsse.

5 50 keine Reflexbewegungen.

Nach Application des Salzes hörte die tetanische Spannung der Muskeln in den hinteren Extremitäten früher als in den vorderen auf. Ungeachtet dessen, dass die Krystalle auf der Durchschnittsfläche liegen bleiben, begannen nach einer Minute die Sensibilität der Haut gegen Berührung und die Convulsionen sich allmälig wiederherzustellen.

6 Sensibilität der Haut gegen Berührung noch stärker, nicht sehr anhaltender Tetanus von selbst.

50 keine Reflexbewegungen

50 ebenso.

7 Salz entfernt.

Sensibilität gegen Berührung und Convulsionen noch stärker.

9 Neue Application des Salzes.

Sensibilität der Haut gegen Berührung in den hinteren Extremitäten ist wieder aufgehoben — in den vorderen ohne Veränderung. —

In 65 Versuchen, in welchen der Durchschnitt durch die Sehhügel gemacht wurde, trat in 53 Fällen gleich nach dem Durchschnitt eine Steigerung der Empfindlichkeit gegen Berührung und der Convulsionen ein; die Empfindlichkeit gegen Säure zu beobachten war in diesen Fällen nicht möglich. In den 12 übrigen Versuchen, in denen die Vergiftung nicht so bedeutend war, trat nach diesem Durchschnitt eine wenig anhaltende Depression der Reflexe nach Berührung ein, dabei wurde in 3 Versuchen durch verdünnte Schwefelsäure in dem ersten Augenblick nach dem Durchschnitt eine unbedeutende Bewegung in den Füssen der hinteren Extremitäten beobachtet.

Unter 59 Versuchen, in welchen Kochsalzkrystalle auf die Durchschnittsfläche aufgelegt wurden, trat in 45 Fällen eine sehr schnelle und vollständige Depression der Convulsionen und der Empfindlichkeit gegen Berührung ein, welche eine Minute oder noch länger anhielt. Nach dieser Zeit stellte sich die Empfindlichkeit gegen Berührung sowohl in den vorderen

als auch in den hinteren Extremitäten allmälig wieder her, ungeachtet dessen, dass die Krystalle auf der Durchschnittsfläche liegen blieben; der Tetanus kehrte jedoch nicht mit derselben Stärke wieder. In 14 Versuchen trat die Depression der Convulsionen und der Empfindlichkeit nicht plötzlich, sondern allmälig im Verlaufe der ersten Minute ein. Es waren solche Versuche, in denen die Durchschnittsfläche nicht gehörig vom Blute gereinigt worden war und die Krystalle nicht genau applicirt worden waren. Im Allgemeinen hört der Tetanus nach Auflegen der Kochsalzkrystalle früher in den hinteren, als in den vorderen Extremitäten auf.

V. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirne.
Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	11 Reflexb.	—	15 Reflexb. (Nr. 1)

Es wird eine Lösung von 0,0006 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 4 Min. Convulsionen und sehr anhaltender Tetanus.
Schnitt durch die thalami optici.
Sehr anhaltender Tetanus.
5 Salz in Krystallen.
Plötzliches Aufhören des Tetanus und der Empfindlichkeit gegen Berührung. In dem ersten Augenblick nach diesem;
— 7 unbedeutendes convulsiv. Zittern der hinteren Füsse.
— 50 keine Reflexbewegungen.
6 Die Empfindlichkeit gegen Berührung und die Convulsionen beginnen sich wiederherzustellen.
7 Noch stärker.
Salz entfernt.
8 50 keine Reflexb.
50 (Nr. 2) ebenso.

VI. Versuch.

Ein starker Frosch.
Schnitt durch die Hemisphären.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	11 Reflexb.	—	11 Reflexb.

Es wird eine Lösung von 0,0006 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 2 Min.	13	—	11.

Starke unruhige Bewegungen.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 3 Min.	15 Reflexb.	—	16 Reflexb.

Die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung ist gesteigert.

4 24 convuls. Ausstreck. d. Beine 35 conv. Ausstr.

Sehr anhaltender Tetanus.

5 Schnitt durch die thalami optici.

Lang dauernder Tetanus.

50 keine Reflexb.

6 Salz in Krystallen.

Der Tetanus hatte nicht plötzlich aufgehört. — Im ersten Augenblick nach diesem

18 unbedeutendes convulsivisches Zittern der hinteren Füsse.

80 keine Reflexbewegungen.

7 Salz entfernt.

Sensibilität der Haut gegen Berührung und Convulsionen stellen sich allmälig wieder her.

8 60 keine Reflexb.

10 60 (Nr. 2) ebenso.

Die geringste Berührung ruft einen sehr anhaltenden Tetanus hervor.

Von 49 Versuchen, in denen darauf Rücksicht genommen wurde, beobachtete man in 11 Fällen gleich nach dem Auflegen der Krystalle auf die Durchschnittsfläche des Gehirns und dem darauf folgenden vollständigen Aufhören des Tetanus und der Empfindlichkeit gegen Berührung, nach Reizung mit verdünnter Schwefelsäure Reflexbewegungen in den Hinterfüssen, welche sich als kurzes Zittern nach 7 bis 25 Schlägen des Metronoms kund gaben. Dieses Zittern erfolgte nur einmal; — ein abermaliges Eintauchen der Füsse in Schwefelsäurelösung ruft keine Reflexbewegung mehr hervor. — Ueberhaupt wird nach Reizung dieser Durchschnittsfläche mit Kochsalzkrystallen die Empfindlichkeit gegen Säure, mit Ausnahme der eben erwähnten Fälle, deprimirt; und selbst nach Entfernung der Krystalle kehrt die Empfindlichkeit nicht zurück, wenn die Säure gleich stark bleibt.

10 Versuche mit Bestreichen der Mundschleimhaut mit Schwefelsäure ergaben undeutliche Resultate, wegen der heftigen Convulsionen, die durch diesen Reiz hervorgerufen wurden.

6 Versuche mit Verbrennung der Haut mit einer glühenden Platte ergaben aus demselben Grunde ungenügende Resultate. —

VII. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch mit unverletztem Gehirne.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	7 Reflexb.	—	9 Reflexb. (Nr. 1)

Es wird eine Lösung von 0,0001 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 1 Min.	26	—	27
6	18	—	16

Unruhige Bewegungen.

13 Sensibilität der Haut gegen Berührung ist gesteigert.

16	36	—	38

Convulsionen und nicht anhaltender Tetanus von selbst.

18 Schnitt hinter den lobi optici.
Convulsionen haben aufgehört — Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung ist schwächer.

	—	56 keine Reflexb.	—

19 Geringste Berührung ruft einen anhaltenden Tetanus hervor.

21 Salz in Krystallen.
Convulsionen und Empfindlichkeit gegen Berührung vermindern sich nach und nach, tetanische Spannung der Muskeln dauert fort.

22 Spannung der Muskeln hat in den vorderen und hinteren Extremitäten in eben derselben Zeit aufgehört. Sensibilität gegen Berührung ist sehr geschwächt, aber nicht ganz aufgehoben.

	—	50 keine Reflexb.	—
	—	50 ebenso	—

23 Sensibilität gegen Berührung in den hinteren Extremitäten beginnt sich wiederherzustellen, ungeachtet dessen, dass die Krystalle auf der Durchschnittsfläche liegen bleiben.

24 Vordere Extremitäten sind gegen Berührung, Druck und Kneipen unempfindlich. Starke Säurelösung ruft in denselben keine Reflexe hervor.

Salz entfernt.

	—	50 keine Reflexb.	—

25 Leiseste Berührung ruft in den hinteren Extremitäten Tetanus hervor, — in den vorderen geben starke mechanische und chemische Reize keine Reflexe mehr.

28 Der Frosch ist erschöpft.

VIII. Versuch.

Ein starker Frosch.

Schnitt durch die Hemisphären.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	10 Reflexb.	—	Reflexb.

Es wird eine Lösung von 0,0006 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 2 Min. Convulsionen und Tetanus.

3 Schnitt hinter den lobi optici.

Sehr anhaltender Tetanus.

5 Salz in Krystallen.

Ziemlich schnelles und gleichzeitiges Aufhören des Tetanus und der Empfindlichkeit gegen Berührung in den vorderen und hinteren Extremitäten. In dem ersten Augenblick

	—	50 keine Reflexb.	—
6	—	50 ebenso	—

7 Sensibilität der Haut gegen Berührung in den hinteren Extremitäten beginnt sich wiederherzustellen. — Vordere Extremitäten sind gegen Reize unempfindlich.

8 Salz entfernt.

Sensibilität der Haut gegen Berührung in den hinteren Extremitäten und auf dem Rumpfe noch stärker — vordere Extremitäten sind unempfindlich.

9	—	50 keine Reflexb.	—

10 Schnitt unter die Rautengrube.

Mechanische Reizung der vorderen Extremitäten ruft Convulsionen hervor.

	—	50 keine Reflexb.	—
11	—	17 convulsiv. Ausstreck. der Beine.	
	—	12 ebenso.	—

IX. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch.

Die Schädelhöhle geöffnet.

	7 Reflexb.	—	9 Reflexb. (Nr. 2)

Es wird eine Lösung von 0,0003 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 5 Min. Nicht lang dauernder Tetanus.

6 Schnitt hinter den lobi optici.

Tetanus und die Sensibilität gegen Berührung sind gesteigert.

	—	50 keine Reflexb.	—

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 7 Min.		50 keine Reflexb.	
8		Salz in Krystallen.	

Nicht plötzliches Aufhören des Tetanus. — Sensibilität gegen Berührung ist sehr geschwächt, aber nicht ganz aufgehoben. In dem ersten Augenblick

50 keine Reflexb.

9 Sensibilität gegen Berührung und Convulsionen beginnen sich wiederherzustellen, trotz dem, dass die Krystalle auf der Durchschnittsfläche des Gehirns liegen bleiben.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
10		Salz entfernt.	
	—	12 (Nr. 2) convuls. Ausstreck. der Beine	
		7 ebenso	—
		9 ebenso	—

11 Nicht sehr anhaltender Tetanus von selbst.

30 keine Reflexb.

Unter 36 Versuchen, in welchen der Durchschnitt zwischen den Vierhügeln (lobi optici) und dem verlängerten Marke gemacht wurde, trat in 14 Fällen eine wenig anhaltende Depression der Convulsionen und der Empfindlichkeit gegen Berührung ein; es waren solche Fälle, in denen die Vergiftung weniger bedeutend war; in den übrigen 22 Fällen waren die Convulsionen und die Empfindlichkeit gegen Berührung verstärkt; in diesen Fällen war auch die Vergiftung bedeutender. Es muss hier noch erwähnt werden, dass die geringste Berührung der Haut Tetanus hervorruft; es kann aber kein Durchschnitt ohne Anfassen des Frosches ausgeführt werden, daher ist es schwer, die Wirkung des Durchschnittes von der des Anfassens zu unterscheiden. Die Empfindlichkeit gegen Säure ist bei diesem Durchschnitt deprimirt.

16 Versuche mit Kochsalzkrystallen ergaben alle ohne Ausnahme eine Depression der Reflexthätigkeit und Aufhören der Convulsionen; diese Depression tritt aber nicht sehr rasch, wie in den vorhergehenden Versuchen ein, sondern entwickelt sich allmälig im Verlaufe der ersten Minute. Hierbei hört die Spannung der Muskeln in den vorderen Extremitäten unter denselben Bedingungen früher auf, als bei dem vorhergehenden Durchschnitte. — Dafür stellen sich aber auch nach Verlauf einer Minute oder bald darauf die Empfindlichkeit gegen Berührungen und die Convulsionen in den hinteren Extremitäten allmälig wieder her, trotz dem, dass die Krystalle auf der

Durchschnittsfläche des Gehirns liegen bleiben; die vorderen Extremitäten bleiben dagegen unempfindlich, insbesondere dann, wenn die Krystalle lange auf der Durchschnittsfläche liegen bleiben. Wenn man aber zu dieser Zeit das verlängerte Mark am hinteren Ende der Rautengrube durchschneidet, so stellt sich auch die Empfindlichkeit in den vorderen Extremitäten wieder her. — Die Empfindlichkeit gegen Säure ist in der ersten Zeit gleichfalls deprimirt, stellt sich hier aber rascher wieder her, als unter denselben Bedingungen nach dem Durchschnitte in die Sehhügel.

Sechs Versuche mit Reizung der Mundschleimhaut mit Schwefelsäure und 6 Versuche mit Verbrennung der Haut ergaben ungenügende Resultate aus den oben angeführten Gründen.

X. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch.

Schnitt durch die Hemisphären.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	7 Reflexb.	—	9 Reflexb. (Nr. 2)

Es wird eine Lösung von 0,0004 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 3 Min.	Nicht sehr anhaltender Tetanus.		
5	Schnitt hinter den lobi optici. Convulsionen sind gesteigert.		
	50 keine Reflexb.	—	60 keine Reflexb.
7	Schnitt unter die Rautengrube. Tetanus bedeutend schwächer — Sensibilität gegen Berührung etwas vermindert.		
8	Convulsionen und Sensibilität wieder etwas stärker.		
		10 Reflexb.	
		12 ebenso	
10		8 ebenso	

XI. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirne.

	12 Reflexb.	—	8 Reflexb.

Es wird eine Lösung von 0,0006 Grm. Strychn. nitr. eingespritzt.

Nach 1 Min.	9 Reflexb.	—	10 Reflexb.
3	Sehr anhaltender Tetanus.		
4	Schnitt des Rückenmarks zwischen 3. und 4. Wirbel.		

Convulsionen und die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung bedeutend geschwächt.

Nach 5 Min. Sensibilität gegen Berührung stärker.

6 convulsiv. Ausstreckung der Beine

7 ebenso

7 9 ebenso

15 Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung ist sehr schwach.

50 keine Reflexb.

Starke Säurelösung giebt noch Reflexe.

22 Versuche mit Durchschneidung des verlängerten Markes unter der Rautengrube (sinus rhomboideus) ergaben in 13 Fällen eine unbedeutende Verminderung des Tetanus und der Empfindlichkeit gegen Berührung; in 9 Fällen trat die Verminderung nicht ein; — gegen Säure ist die Empfindlichkeit fast unverändert; die Reflexe werden durch dieselbe ebenso leicht hervorgerufen, als beim Beginne der Vergiftung mit unverletztem Gehirne oder nach Durchschneidung der Hemisphären.

6 Versuche mit Durchschneidung des Rückenmarks weiter unten ergaben dieselben Resultate, nur die Heftigkeit der Convulsionen war geringer.

Resultate.

1. Das Factum, dass die Application von Kochsalzkrystallen auf die Durchschnittsfläche der Sehhügel sehr schnell und vollständig den Tetanus und die nach Berührung entstehenden Reflexe aufhebt, beweist einerseits recht augenfällig, dass die Hemmungsmechanismen in Wirklichkeit vorhanden sein müssen; — hier wird der Reflexapparat im Moment seiner höchsten Thätigkeit fast augenblicklich gelähmt; anderseits beweist das Factum, dass die Hemmungsmechanismen durch Vergiftung mit Strychnin nicht verändert werden. — Das Wiedererscheinen der Convulsionen und der Empfindlichkeit gegen Berührung, trotz des Liegenbleibens der Krystalle auf der Durchschnittsfläche, kann vielleicht durch eine Lähmung dieser Mechanismen in Folge zu starken Reizes erklärt werden. —

2. Die Versuche von Setschenow mit Reizung der Durchschnittsfläche in den Sehhügeln mit Kochsalz an normalen Fröschen ergaben eine Depression der Reflexthätigkeit nach Reizung mit Schwefelsäure; die mit Strychnin angestellten Versuche beweisen dasselbe auch von den Reflexen nach Berührungen.

3. Ein unbedeutender Unterschied in der Zeit der Depression der Empfindlichkeit gegen Berührung und gegen Säure (Vers. IV, V, VI) in den 11 oben erwähnten Versuchen mit Kochsalzkrystallen, welche auf die Durchschnittsfläche in die Sehhügel applicirt wurden, lassen vermuthen, dass die Mechanismen, welche die durch Berührung der Haut entstehenden Reflexe hemmen, höher gelegen seien, als die, welche die nach Säure entstehenden Reflexe hemmen. Ferner lassen sie vermuthen, dass diese Mechanismen nicht in organischer Verbindung unter einander stehen und dass ihre ungleichzeitige Erregung durch allmälige Durchtränkung des Gehirns mit Kochsalz entstehe. Die einzigen Einwürfe gegen diese Voraussetzung sind: a) ihr seltenes Gelingen, 11 von 49; b) die Abhängigkeit der von mir beobachteten Zuckungen der Füsse nicht von der Reizung der Haut durch Schwefelsäure, sondern von der Reizung der Bewegungsmechanismen mit Kochsalz im Gehirne. — Was den ersten Einwurf betrifft, so hängt das häufige Misslingen davon ab, dass der Zeitraum zwischen der Depression der Reflexe nach Berührung und nach Säuren ein sehr geringer ist, und dass es daher schwer wird, gerade diesen Augenblick abzupassen. Ausserdem ist es bei diesen Versuchen nothwendig, dass die Durchschnittsfläche sehr sorgfältig von Blut gereinigt werde und die Kochsalzkrystalle genau applicirt werden. Was den zweiten Einwurf betrifft, so habe ich mich durch viele Versuche überzeugt, dass nach dem Auflegen der Kochsalzkrystalle bei Beobachtung der oben genannten Bedingungen und nach vollständigem Aufhören der Convulsionen und Berührungsreflexe, ohne Reizung der Füsse mit Schwefelsäure gar keine Zuckungen in der ersten Minute erfolgen.

Die Umstände, welche zum Vortheil dieser Voraussetzung sprechen, sind: die Analogie der erwähnten Erscheinungen mit einigen von denen, welche nach Alkoholvergiftung entstehen: dort wird die Empfindlichkeit gegen mechanische Reize früher vernichtet, als die Empfindlichkeit gegen Säuren, ausserdem hat die Durchschneidung der Sehhügel keine Depression der Reflexthätigkeit zur Folge, ein Durchschnitt hinter den Vierhügeln dagegen sehr anhaltende. Im ersten Falle muss die Reizung einen gewissen Zwischenraum durchlaufen, im zweiten Falle wirkt sie, so zu sagen, direct auf die Hemmungsmechanismen für Reflexthätigkeit nach Säure selbst oder doch in der Nähe derselben. Ausserdem ist noch ein Umstand, welcher indirect zum Vortheil dieser Voraussetzung spricht und die Ansicht Schiff's über das Getrenntsein der Nervenbahnen für mechanische und chemische Reize unterstützt: das ist, die

fast unveränderte Reflexthätigkeit nach Reizung mit Säure eines mit Strychnin vergifteten Frosches zugleich mit einer sehr heftigen Steigerung der Reflexthätigkeit nach Berührungen der Haut.

Versuche mit Opium.

I. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirne.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 18 Metronomschlägen Reflb. — nach 14 Metr. S. Refl. (Nr. 1)			
Es werden 0,8 Grm. Inf. Opii aquos. (1 Grm. Opii pulv. in 8 Cub. Cm. Aqu. destil.) in den Bauchlymphsack eingespritzt.			
Nach 2 Min.	25 Reflexb.	—	33 Reflexb.
4	15	—	17
6	12	—	13
10	7	—	8
15	8	—	11.
	Willkürliche Bewegungen sind etwas geschwächt.		
18	9	—	7
	Erhöhte Sensibilität der Haut fängt an sich zu entwickeln an den Lippen und an den vorderen Extremitäten.		
20	10	—	11
23	9	—	10.
	Die geringste Berührung der hinteren Extremitäten ruft allgemeine Convulsionen hervor. Die Haut des Kopfes und des Rückens ist noch gegen Berührungen unempfindlich.		
25	9	—	8.
	Leiseste Berührung der Haut des ganzen Körpers ruft allgemeine klonische Convulsionen hervor.		
27	Schnitt durch die Hemisphären.		
	15 Reflexb.	—	8 Reflexb.
	7	—	8
	Convulsionen von selbst.		
29	Sehr anhaltender Tetanus.		
	30 keine Reflexb.	—	30 keine Reflexb.
30	Schnitt durch die thalami optici.		
	Tetanus noch stärker.		
32	—	50 keine Reflexb.	—

Nach 34 Min. Salz in Krystallen.
Convulsionen von selbst, die Sensibilität der Haut gegen Berührungen ohne Veränderung.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
36	—	50 keine Reflexb.	—

37 Convulsionen und Sensibilität ohne Veränderung.
38 Neue Application des Salzes.
Convulsionen und Sensibilität der Haut gegen Berührungen fangen an schwächer zu werden.

39	—	50 keine Reflexb.	—

Vordere Extremitäten sind gegen Reize unempfindlich.
41 Schnitt hinter die Rautengrube.

	—	25 Reflexb.	—
42	—	11	—
44	—	7	—

55 Die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührungen und gegen Säure bedeutend geschwächt.

II. Versuch.

Einem starken Frosche mit unverletztem Gehirne werden 0,7 Grm. Inf. Opii aquos. in den Bauchlymphsack eingespritzt.

	Hintere Extremitäten beide	Vordere Extremitäten beide
Nach 2 Min.	18 Reflexb.	22 Reflexb.
5	12	18
10	9	14
15	8	9
18	6	6
20	7	5

Erhöhte Sensibilität der Haut gegen Berührungen zeigt sich an den Lippen und an den vorderen Extremitäten.

25	6	5

Geringste mechanische Reizung der Haut ruft allgemeine klonische Convulsionen hervor.
28 Schnitt durch die Hemisphären.
Klonische Convulsionen von selbst.

29	6 Reflexb.	5 Reflexb.
32	5	4

35 Schnitt durch die thalami optici.
Nicht sehr starke Convulsionen.

	5 Reflexb.	5 Reflexb.
37	7	6
39	10	6

	Hintere Extremitäten beide	Vordere Extremitäten beide
Nach 40 Min.	Schnitt hinter den lobi optici.	
	Convulsionen und Sensibilität etwas schwächer.	
41	60 keine Reflexb.	60 keine Reflexb.
43	6 Reflexb.	10 Reflexb.
	10	14

9 Versuche mit unverletztem Gehirne zeigten, dass nach Einspritzung eines Opiumaufgusses unter die Haut, nach Verlauf von 15—20 Minuten, zuweilen etwas früher oder auch etwas später, die Empfindlichkeit gegen Berührung erhöht war. Diese erhöhte Empfindlichkeit tritt in den verschiedenen Theilen des Körpers in derselben Reihenfolge auf, wie nach der Vergiftung mit Strychnin; nur mit dem Unterschiede, dass die Haut des Kopfes und des Rückens noch unempfindlich bleiben, während die Empfindlichkeit an den anderen Theilen erhöht ist. Die Empfindlichkeit gegen Säure ist im Anfange Schwankungen unterworfen, nimmt aber darauf, zugleich mit der Zunahme der Empfindung gegen Berührung, zu, insbesondere beobachtet man dieses deutlich an den vorderen Extremitäten, wo sie an normalen Fröschen gewöhnlich schwächer ist als an den hinteren Extremitäten. Bei der weiteren Einwirkung des Opiums, wenn sich starke Convulsionen und Tetanus entwickeln, ist die Empfindlichkeit gegen Säure deprimirt. — Die Convulsionen selbst und der Tetanus unterscheiden sich von den nach Vergiftung mit Strychnin entstehenden überhaupt dadurch, dass die Zuckungen nicht so schnell nach der Reizung erfolgen, nicht so stark und anhaltend sind. — Beim Tetanus vergeht die Spannung der Muskeln viel rascher.

III. Versuch.

Ein mittelgrosser Frosch mit unverletztem Gehirne.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	12 Reflex.	—	16 Reflexb.
	Es werden 0,5 Grm. Inf. Opii aq. eingespritzt.		
Nach 5 Min.	10 Reflexb.	—	12 Reflexb.
12	8	—	7
15	Schnitt durch die Hemisphären.		
	10	—	8
16	13	—	15
	Erhöhte Sensibilität der Haut beginnt sich zu entwickeln.		
18	12	—	10

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 20 Min.	Convulsionen von selbst.		
21		Schnitt durch die thalami optici.	
	Convulsionen und Sensibilität gegen Berührung sind noch gesteigert.		
22	Nicht sehr anhaltender Tetanus.		
	—	50 keine Reflexb.	—
	Sehr anhaltender Tetanus von selbst.		
24		Salz in Krystallen.	
	Convulsionen und Sensibilität ohne Veränderung.		
	—	60 keine Reflexb.	—
26	Auch keine Veränderung in der Empfindlichkeit der Haut gegen Berührungen.		
27	Convulsionen und Sensibilität der Haut gegen Berührung fangen an schwächer zu werden.		
28	Vordere Extremitäten sind gegen Reiz unempfindlich.		
29		Salz entfernt.	
	Sensibilität der Haut gegen Berührungen wieder stärker.		
30	—	6 (Nr. 2) Reflexb.	—
32	—	5 ebenso	—
33	—	9 —	—

IV. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,4 Grm. Inf. Opii aq. eingespritzt.

Nach 15 Min.	8 Reflexb.	—	10 Reflexb. (Nr. 1)
18		Schnitt durch die Hemisphären.	
	13 Reflexb.	—	12 Reflexb.
	Erhöhte Sensibilität gegen Berührung ist ziemlich stark.		
20		Convulsionen von selbst.	
	—	6 Reflexb.	—
	—	6	—
	—	7	—
23		Schnitt durch die thalami optici.	
	Sensibilität gegen Berührung und Convulsionen etwas schwächer.		
	—	11 Reflexb.	—
24	—	8	—
	—	31	—
25		Starke Convulsionen von selbst.	
	—	80 keine Reflexb.	—
27		Ziemlich anhaltender Tetanus.	
	—	80 (Nr. 2) keine Refl.	—

Nach 30 Min. Salz in Krystallen.
Kein Effect.
32 ebenso.
34 Convulsionen und Sensibilität gegen Berührungen fangen an schwächer zu werden.
35 — 100 (Nr. 2) keine Reflexb. —

V. Versuch.

Ein starker Frosch.

Gehirn unverletzt.

	Hintere Extremitäten beide	Vordere Extremitäten beide
	14 Reflexb.	20 Reflexb.
	Es werden 0,8 Grm. Inf. Opii aq. eingespritzt.	
Nach 5 Min.	15 Reflexb.	18 Reflexb.
10	12	19
15	8	17
18	Erhöhte Sensibilität gegen Berührungen.	
	10	16
20	Schnitt durch die Hemisphären.	
	12 Reflexb.	9 Reflexb.
22	10	10
23	Schnitt durch die thalami optici.	
	Convulsionen und Sensibilität sind gesteigert.	
	23 Reflexb.	12 Reflexb.
25	17	7
	18	6
26	Salz in Krystallen.	
	Kein Effect.	
	9 Reflexb.	40 keine Reflexb.
28	11 Reflexb.	ebenso
	12 Reflexb.	50 keine Reflexb.
30	Convulsionen und Sensibilität der Haut gegen Berührungen fangen an schwächer zu werden.	
31	30 keine Reflexb.	60 keine Reflexb.
	Vordere Extremitäten sind gegen Reize unempfindlich.	

Von 35 Versuchen erfolgte gleich nach Durchschneidung der Sehhügel in 23 Fällen eine Steigerung der Convulsionen und der Empfindlichkeit gegen Berührung, in 12 Fällen eine wenig anhaltende Depression derselben. In letzteren Fällen waren die Convulsionen und die Empfindlichkeit gegen Berührung vor dem Durchschnitt noch nicht stark entwickelt. Die Empfindlichkeit gegen Reizung mit Säure ist nach diesem

Durchschnitt gewöhnlich in der ersten Zeit nicht deprimirt; — die Depression folgt nur in dem Falle, wenn dieser Durchschnitt selbst starke Convulsionen und Tetanus hervorruft.

In 27 Versuchen mit Application von Kochsalzkrystallen auf die Durchschnittsfläche der Sehhügel erfolgte in 22 Fällen nicht schnell eine Verminderung der Empfindlichkeit gegen Berührung und Aufhören der Convulsionen, wie wir es beständig bei mit Strychnin vergifteten Fröschen unter denselben Bedingungen beobachtet haben. Der Effect der Reizung mit Kochsalz entwickelt sich gewöhnlich in 2—3 Minuten, zuweilen auch später, und dann hören anfangs die Convulsionen auf, — die Empfindlichkeit gegen Berührung wird zwar allmälig schwächer, aber sie wird in den hinteren Extremitäten nicht vollständig vernichtet. Die vorderen Extremitäten werden beim längeren Liegenbleiben der Krystalle auf der Durchschnittsfläche grösstentheils sowohl gegen mechanische Reize, als auch gegen Säure unempfindlich. In den hinteren Extremitäten wird umgekehrt die Empfindlichkeit gegen Berührung nach einiger Zeit wieder grösser, trotzdem dass die Kochsalzkrystalle auf der Durchschnittsfläche liegen bleiben. Was aber die Empfindlichkeit gegen Säure anbetrifft, so war sie in dem Falle, wenn nach der Durchschneidung der Sehhügel selbst aus den oben genannten Ursachen keine Depression erfolgte, auch nach Reizung mit Kochsalz im Verlauf von 1—2 Minuten nicht deprimirt. — In den 5 übrigen Versuchen trat eine schnellere Depression sowohl der Reflexe als auch der Convulsionen ein.

In 6 Versuchen mit Reizung der Mundschleimhaut durch Schwefelsäure und in 6 Versuchen mit Verbrennen der Haut wurde keine Veränderung der Reflexthätigkeit beobachtet.

VI. Versuch.

Einem mittelgrossen Frosche werden 0,5 Grm. Inf. Opii aq. eingespritzt.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 25 Min.	8 Reflexb.	—	13 Reflexb. (Nr. 1)
28	Erhöhte Sensibilität gegen Berührung ist schon entwickelt.		
30	11	—	13
33	Schnitt durch die Hemisphären. Convulsionen von selbst.		
35	14 Refl.	—	14 Refl.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 38 Min.	Wenig anhaltender Tetanus von selbst.		
	—	9 Reflexb.	—
40	Schnitt hinter den lobi optici.		
	Sensibilität gegen Berührungen und Convulsionen etwas schwächer.		
42	—	50 keine Reflexb.	—
	Convulsionen und Sensibilität fangen an wieder stärker zu werden.		
45	Ziemlich anhaltender Tetanus von selbst.		
	—	60 keine Reflexb.	—
48	Salz in Krystallen.		
	Convulsionen und Sensibilität ohne Veränderung.		
50		ebenso.	
	Neue Application des Salzes.		
	Sensibilität der Haut gegen Berührung in den hinteren Extremitäten etwas schwächer. Vordere Extremitäten sind gegen mechanische Reize und gegen Säure unempfindlich.		
52	Starke Säurelösung 1:8 ruft in den hinteren Extremitäten keine Reflexe hervor.		

VII. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,9 Grm. Inf. opii aq. eingespritzt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 15 Min.	Erhöhte Sensibilität der Haut gegen Berührungen ist schon entwickelt.		
	9 Reflexb.	—	8 Reflexb.
	6	—	7
18	Schnitt hinter den lobi optici.		
	In dem ersten Augenblick unbedeutende Depression der Empfindlichkeit gegen Berührung.		
	—	7 convulsiv. Ausstreck. der Beine	—
19	—	8 Reflexb.	—
20	Salz in Krystallen.		
	Convulsionen von selbst.		
	—	9 Reflexb.	—
	—	6	—
	—	7	—
23	Wenig anhaltender Tetanus.		

24 Neue Application des Salzes.
10 Reflexb.
7
8
26 Sehr anhaltender Tetanus.
30 keine Reflexb.
Die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung in den hinteren Extremitäten ohne Veränderung — vordere Extremitäten sind gegen Reize ganz unempfindlich.

VIII. Versuch.

Einem starken Frosche werden 0,9 Grm. Inf. opii aq. eingespritzt.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
Nach 15 Min.	Sensibilität der Haut gegen Berührung ist sehr stark.		
	7 Reflexb.	—	8 Reflexb. (Nr. 1)
18		Schnitt hinter den lobi optici.	
	Unbedeutende Verminderung der Empfindlichkeit der Haut gegen Berührungen.		
	—	10 Reflexb.	—
	—	7 ebenso	—
20		Schwefelsäure in die Mundhöhle.	
	Wenig anhaltender Tetanus.		
	—	12 Reflexb.	—
	—	9 ebenso	—
22		Brennen der Haut.	
	—	12 Reflexb.	—
	—	10 ebenso	—
	—	14 ebenso	—
25	Sehr starker und anhaltender Tetanus von selbst.		
	—	27 Reflexb.	—
	—	40 keine Reflexb.	—
30	Starke Säurelösung giebt noch Reflexe.		

29 Versuche mit einem Durchschnitt hinter den Vierhügeln, 18 Versuche mit Auflegen von Kochsalzkrystallen auf die Durchschnittsfläche, 6 Versuche mit Reizung der Mundschleimhaut durch Schwefelsäure und 5 Versuche mit Brennen der Haut ergaben fast ähnliche Resultate, wie in den vorhergehenden Versuchen. Der unbedeutende Unterschied besteht darin, dass nach dem Durchschnitt hinter den Vierhügeln häufiger eine wenig anhaltende Verminderung der Convulsionen und der

Reflexe entsteht, als nach der Durchschneidung der thalami optici, und dass die Kochsalzkrystalle, wenn man sie auf den oberen Theil des verlängerten Markes legt, hier häufiger ohne Einfluss auf die, sowohl durch Berührung als durch Säure hervorgerufenen Reflexe in den hinteren Extremitäten bleiben.

IX. Versuch.

Ein starker Frosch mit unverletztem Gehirne.

Hintere Extremitäten.

	Rechtes Bein	beide	linkes Bein
	16 Reflexb.	—	11 Regexb.
	Es werden 0,8 Grm. Inf. opii aquos. eingespritzt.		
Nach 3 Min.	15 Reflexb.	—	23 Reflexb.
8	16	—	20
15	21	—	12
20	Die Empfindlichkeit der Haut gegen Berührung ist bedeutend erhöht.		
	13	—	14
27	Convulsionen von selbst.		
33	—	11 Reflexb.	—
36	—	14 ebenso	—
40	—	8 ebenso	—
	Wenig anhaltender Tetanus.		
42	—	9 Reflexb.	—
45	Schnitt unterhalb der Rautengrube. Convulsionen sind schwächer — Sensibilität gegen Berührungen ohne Veränderung.		
	—	7 Reflexb.	—
	—	8 ebenso	—
	—	6 ebenso	—
	Durchschneidung des Rückenmarks zwischen 3.—4. Wirbel. Sensibilität gegen Berührung ohne Veränderung.		
		8 convuls. Ausstreckung der Beine.	
		6 ebenso.	

15 Versuche mit Durchschneidung des verlängerten Markes am hinteren Ende der Rautengrube und des Rückenmarks weiter unten hatten eine Verminderung der Convulsionen zur Folge. Die Empfindlichkeit gegen Berührung und gegen Säure bleibt unverändert, gegen Säure wird sie eher etwas stärker. Aber auch hier wird, wie in den anderen Versuchen, nach starken Convulsionen die Empfindlichkeit gegen Säure depri-

mirt, insbesondere tritt die Depression rascher ein nach Einspritzung eines starken Opiumaufgusses.

Resultate.

Nach den Arbeiten von Albers mit den einzelnen Bestandtheilen des Opiums, welche eine vollkommen verschiedene Wirkung auf das Nervensystem des Frosches ausüben, haben die Versuche mit Opium als Ganzes wenig Werth, wegen der Schwierigkeit, mit der man die Wirkung der einzelnen Stoffe eines so zusammengesetzten Mittels bestimmen kann. Weiss man z. B. den Procentgehalt der Alkaloide in einer gewissen Sorte Opium, so muss man bei Beurtheilung seiner Wirkung noch in Betracht ziehen: die Lösungsfähigkeit eines jeden Alkaloides, die Leichtigkeit, mit der sie in den Blutkreislauf aufgenommen werden, die Schnelligkeit der Wirkung, die Menge, welche zur Hervorrufung der Wirkung nöthig ist, und viele andere Umstände, welche im gegebenen Falle unmöglich genau zu bestimmen sind. Indem ich aus diesem Grunde die Unvollkommenheit meiner Versuche mit Opium einsehe, würde ich deren Veröffentlichung für überflüssig gehalten haben, wenn ich nicht einige Resultate erhalten hätte, welche der Erwähnung werth wären. — Indem wir die Wirkungen der Durchschneidung der Sehhügel und hinter den Vierhügeln, und auch die der Reizung mit Kochsalz an diesen Stellen zusammenfassen, sehen wir, dass ungeachtet der scheinbaren Unbeständigkeit der erhaltenen Erscheinungen dennoch ein Factum deutlich ausgesprochen ist, nämlich, dass die Reizung des Gehirns in diesen Theilen einen sehr unbedeutenden Einfluss auf die Reflexthätigkeit des Rückenmarkes hat. Der Schluss, den man daraus ziehen kann, ist klar: Opium lähmt die Hemmungsmechanismen. Gegen einen solchen Schluss kann man höchstens Einen Einwand machen: Bei der Lähmung der Hemmungsmechanismen durch Opium sollte man ein gewisses Verhältniss zwischen dem Grade der Vergiftung und der Wirkung der Reizung an den bezeichneten Stellen des Gehirns erwarten. Dieses Verhältniss aber ist in vielen von meinen Versuchen scheinbar nicht vorhanden. Ich sage scheinbar, weil man bei der Vergiftung mit Opium aus den oben erwähnten Gründen über den Grad der Vergiftung nicht urtheilen kann, und weil man gleichfalls die Reizung nicht so reguliren kann, dass in zwei zu vergleichenden Versuchen sie nur annähernd dieselben wären. Aus diesem Grunde entkräften die häufigen Schwankungen der Erscheinungen unsere allgemeine Behauptung nicht,

nämlich dass das Opium die Hemmungsmechanismen lähmt. Hiermit ist freilich die Wirkung des Opiums noch nicht erschöpft, es wirkt gewiss noch auf andere Theile des Nervensystems auf eine ihm eigenthümliche Weise, aber die Entscheidung dieser Wirkungen ist zukünftigen Arbeiten vorbehalten. — Zum Schluss muss ich noch erwähnen, dass ungeachtet des erregten Zustandes des Reflexapparates und der scheinbaren Aehnlichkeit der Vergiftung mit Strychnin und mit Inf. Opii aquos., in der That dennoch ein sehr wesentlicher Unterschied vorhanden ist.

Neuere Untersuchungen über den Einfluss des n. vagus auf die Athembewegungen.

Von

Prof. **Julius Budge** in Greifswald.

(Hierzu Taf. X u. XI.)

Seitdem ich vor einigen Jahren meine Untersuchungen über den in der Ueberschrift genannten Gegenstand veröffentlicht habe (vrgl. Arch. f. path. Anat. 1859. Bd. 16. p. 433), sind mehre Arbeiten von anderen Forschern erschienen, welche mich veranlassten, von Neuem Beobachtungen anzustellen. Die umfangreichste Schrift ist von Herrn Rosenthal im vorletzten Jahre herausgegeben worden: „Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum n. vagus. Berlin 1862." — Da die Resultate, zu welchen derselbe gelangt ist, mit den meinigen nicht übereinstimmen, so habe ich eine erneute Prüfung für erforderlich gehalten.

Der wesentliche Inhalt der angeführten Schrift besteht in drei Versuchsreihen, nämlich erstens über den Einfluss, welchen die Reizung des Stammes des n. vagus, zweitens über denjenigen, welchen die des n. laryngeus superior, endlich über denjenigen, welchen die Durchschneidung der n. vagi auf die Athembewegungen haben. — Es ist jetzt nur meine Absicht, auf die erste dieser drei Versuchsreihen einzugehen, weil ich glaube, dass, wenn die Anschauungen über diese sich erst festgestellt haben werden, es viel leichter sein wird, sich über die andern zu verständigen.

Die Verschiedenheit in unseren Ansichten besteht wesentlich darin, dass Herr Rosenthal das Verhältniss zwischen

n. vagus und Inspirationsnerven als ein reflectorisches, ich hingegen als ein antagonistisches betrachte. Zu erfahren, welche von beiden Ansichten die richtige ist, hat eine grosse praktische Wichtigkeit, sowohl in physiologischer, als therapeutischer Beziehung. Jener Autor sagt pag. 133: „Die Reizung des centralen Endes eines am Halse durchschnittenen Vagus regt die Medulla oblongata zu einer dauernden Innervation der Nn. phrenici an, deren Folge eine dauernde tetanische Contraction der Zwerchfellsmuskeln ist“ und pag. 182 und 183: „Sämmtliche Inspirationsmuskeln können vom Vagus aus reflectorisch erregt werden, sei es zu vermehrter Zahl von Zusammenziehungen, sei es zu stetiger, tetanischer Verkürzung. Die Exspirationsmuskeln können vom Vagus aus nicht reflectorisch erregt werden; im Gegentheil die vor der Reizung schon rhythmisch thätigen Exspiratoren erschlaffen während der Reizung.“

Aus meinen Versuchen habe ich den Schluss gezogen, dass durch Reizung des centralen Endes vom n. vagus die bewegenden Kräfte, welche die Einathmung veranlassen, nicht verstärkt, sondern vielmehr geschwächt werden, dass also durch diese Reizung eine Kraft erzeugt werden müsse, welche nicht in demselben Sinne, wie jene, sondern in entgegengesetzter Richtung wirkt, dass mit einem Worte in Folge eines solchen Eingriffs nicht wie durch das der Inspiration vorstehende Centrum die Brusthöhle erweitert, sondern dass bei einem geringern Grade von Reizung nur durch die Gegenwirkung des Inspirationscentrum eine schwache, aber mehr oder weniger anhaltende Inspiration, bei einem stärkern Grade hingegen Expansion der Inspirationsmuskeln und selbst vermehrte Verengerung der Brusthöhle, d. h. verstärkte Exspiration entsteht.

Die Entscheidung darüber, welches Resultat von beiden das richtige sei, würde sehr leicht erfolgen können, wenn die Inspirationsnerven nicht einer beständigen Erregung während des ganzen Lebens ausgesetzt wären. Läge das Zwerchfell so ruhig, wie z. B. der musc. orbicularis palpebrarum, so würde eine Reizung des n. vagus sogleich einen positiven Aufschluss darüber geben, ob dieser Nerv in einer reflectorischen Beziehung zum n. phrenicus stehe oder nicht; grade so, wie man von gewissen Fasern des n. trigeminus auf die dem m. orbicularis angehörenden Zweige des n. facialis wirken kann. Dies ist aber nicht in unserm Falle möglich, weil der n. phrenicus schon an und für sich erregt wird. Dadurch wird die Sache freilich complicirter, — aber soviel kann doch nicht bezweifelt

werden, dass, wenn eine reflectorische Beziehung zwischen beiden Nerven Statt finden sollte, Reizung des n. vagus eine Wirkung haben muss, als ob zu der gewöhnlichen normalen Erregung noch eine zweite hinzuträte. Denn wir machen ja unter der angegebenen Voraussetzung nur einen Umweg mit unserem Reize; wir wenden ihn auf den sensiblen Nerven an und die in demselben dadurch entstehende molekulare Bewegung erregt vermittelst der Centralorgane den motorischen Nerven. Es scheint unwidersprechlich, dass, wenn die Meinung des Herrn Rosenthal richtig ist, eine ganz ähnliche Wirkung sich zeigen muss, wenn man den n. vagus reizt, als ob man die Inspirationsnerven direct gereizt hätte.

Der Gang, den unsere Untersuchung nehmen muss, ist somit von selbst gegeben. Wir haben zuerst nach der Wirkung zu fragen, welche eintritt, wenn man den n. phrenicus reizt, und zweitens, wenn man beide n. phrenici zuvor durchschnitten hat und dann den n. vagus reizt, endlich drittens, welchen Erfolg die Reizung dieses Nerven bei unversehrtem n. phrenicus zeigt.

I. Da der n. phrenicus, wenn auch der hauptsächlichste, doch nicht der einzige Inspirationsnerv ist, so musste eine Methode angewendet werden, durch welche sich mit Exactheit ermitteln liess, ob durch diese verschiedenen Einflüsse die Brusthöhle erweitert oder verengt wird. Ich glaubte diesen Zweck am Vollkommensten zu erreichen, wenn ich mit einer Brusthälfte ein Manometer in Verbindung brachte, um den veränderten Luftdruck und dadurch mittelbar die grössere und geringere Ausdehnung des thorax zu messen. — Freilich musste zu diesem Behufe eine Lunge unthätig gemacht werden, wobei sich die Athemfläche um die Hälfte verkleinerte. Aber die directe Beobachtung lehrte, dass die Athembewegungen ausserordentlich regelmässig trotz dieser Operation lange Zeit vor sich gehen. Ich habe Stunden lang bei Thieren mit pneumothorax die Stärke des Athemholens sich unverändert erhalten gesehen, und wenn durch Reizung des n. vagus eine Veränderung eingetreten war, so kehrte nach dem Aufhören derselben die frühere Regelmässigkeit sofort wieder zurück. Da es uns auch bei dem Versuche wesentlich auf die momentane Erscheinung ankommt, so scheint mir diese Methode Empfehlung zu verdienen. —

Herr Rosenthal hat die Bewegungen am Zwerchfell selbst zu messen gesucht, und dazu ein eignes Instrument, den Phrenograph, erfunden. Es besteht aus einem Hebel, welcher durch das Zwerchfell in Bewegung gesetzt wird und

diese auf eine Schreibfeder überträgt und einem endlosen Papierstreifen, welcher durch ein Uhrwerk in horizontaler Richtung an der Feder vorübergeführt wird. — Ausserdem, dass nach der von mir angegebenen Methode nicht nur die Bewegungen des Zwerchfells, sondern der ganzen zur Inspiration dienenden Muskulatur gemessen werden können, dass mit der Eröffnung der Bauchhöhle viele Unbequemlichkeiten verbunden sind, ist auch meine Verfahrungsweise eleganter und ein solches Thier kann recht gut noch am Leben bleiben, was nach Eröffnung der Bauchhöhle seltner der Fall zu sein pflegt.

Operationsverfahren. Zu den meisten meiner Versuche habe ich Kaninchen benutzt, zu einigen auch Hunde. — Das Thier wird auf einem Brette festgebunden, welches ungefähr 2 Fuss breit und noch etwas länger und mit lauter viereckigen, etwa 2″ im Durchmesser messenden Löchern durchbrochen ist. Ich bediene mich desselben schon seit vielen Jahren.

Nachdem in der obern Brustgegend die Haare abgeschnitten sind und ein passender Hautschnitt gemacht ist, wird auch der m. pectoralis major durchschnitten, so dass ein Intercostalraum blossliegt. Man sieht in der Regel durch die Muskeln die anliegende Lunge hindurch. Ein kleiner Einschnitt eröffnet die Brusthöhle, in welcher sogleich die Spitze der Glasröhre eingebracht und diese soweit nachgerückt wird, dass sie die Oeffnung ganz vollständig ausfüllt und keine Luft daneben ein- und austreten kann. — Die eingebrachte Glasröhre, nur ein paar Zoll lang, ist mit einem Gummischlauche verbunden, der in eine doppelt gebogene Glasröhre führt. Diese hat einen horizontalen, einen absteigenden und einen aufsteigenden Schenkel. An dem absteigenden ist eine in Millimeter getheilte Skale angebracht. Bis zu einer gewissen Höhe sind die Schenkel mit Wasser gefüllt. Bis zu dem Wasserspiegel des absteigenden Schenkels bildet die Luftsäule der Röhre eine directe Fortsetzung des Luftraumes in der Brusthöhle. Die geringste Erweiterung oder Verengerung derselben wird die in derselben enthaltene Luft verdünnen und verdichten, und demgemäss wird das Wasser in dem absteigenden Schenkel sich heben und fallen und in dem aufsteigenden sich umgekehrt verhalten. (An dem Kautschukrohre ist auch die Herzbewegung bemerkbar.)

Hiernach wird der n. vagus am Halse in bekannter Weise blossgelegt und durch einen gut einschneidenden Faden unterbunden oder durchschnitten, damit der Einfluss auf das Herz nicht störend einwirkt. — Um sicher zu sein, dass keine Strom-

schleifen auf den n. laryngeus superior übergehen, habe ich in einer grossen Anzahl von Versuchen diesen Nerven bis zur Stelle, wo er sich in das Ganglion begibt, weggeschnitten. Bei Kaninchen geht er sehr häufig durch eine Oeffnung des Schildknorpels, anstatt durch die membrana hyothyreoidea. Man findet ihn ganz leicht an dieser Stelle, fasst ihn, präparirt ihn, wo er hinter der carotis herläuft, bis zum plexus ganglioformis vagi und schneidet ihn hier ab. — Ich kann hier gleich bemerken, dass ich keinen Unterschied im Erfolge gesehen habe, wenn ich diese Vorbereitung unterlassen und, wie sich von selbst versteht, die überall nöthige Isolation des zu reizenden Nerven vorgenommen habe.

Bei allen Versuchen ist wohl zu beachten, dass der Gehülfe, welcher den Kopf hält, den Kehlkopf nicht im Geringsten drückt, auch Nasen- und Mundhöhleneingang nicht verschliesst. Jede Verengerung des Respirationskanals oder des Brustraums stört sogleich das Athmen.

Reizung der n. phrenici an Kaninchen. In folgender Weise lässt sich dieser Nerve so blosslegen, dass man ihn mit allen den ihn zusammensetzenden Zweigen erreicht. — Nachdem das Thier befestigt ist, wird ein Hautschnitt in der Mittellinie gemacht, welcher am Kehlkopf beginnt und ungefähr bis nahe zur Basis des proc. xiphoid. reicht. Dann wird parallel mit der Mittellinie, etwa 4 Mm. von derselben entfernt, ein Schnitt durch die beiden Portionen des m. pectoralis (p. clavicularis und sternocostalis) so tief gemacht, bis die Intercostalmuskeln sichtbar werden. Man sieht zugleich das grossentheils knorplige Schlüsselbein und oberhalb desselben eine kleine Vene, welche leicht geschont werden kann. Ist nun alle Muskelmasse der portio clavicularis, welche in den Schnitt fällt, vorsichtig entfernt, so erblickt man die starke v. subclavia etwa 10 Mm. unter dem Schlüsselbeine quer verlaufen und grade in dem Winkel, in welchem sie mit der vena jugularis zusammenkommt, ist die Stelle, an welcher man den n. phrenicus in die Brusthöhle eintreten sieht. Der plexus brachialis liegt oberhalb der vena subclavia derselben dicht an. Einige kleine Gefässe laufen über demselben hinweg. Diese sucht man ohne sie zu verletzen mit dem anhängenden Bindegewebe vom Nervenplexus abzupräpariren und lässt dasselbe in die Höhe mit einer Pincette halten. Dann hat man den plexus deutlich vor sich, und man sieht sogleich ungefähr 2—3 Mm. von dem äussern Rande der vena jugularis einen dünnen Nerven, etwas schief von aussen nach innen, schräg in den Brustraum herabsteigen. Dies ist der n. phrenicus.

Wird dieser Nerv auf einer Seite gereizt, nachdem vorher ein pneumothorax angelegt war, so steigt natürlich sogleich das Wasser beträchtlich. Während es z. B. in einem Versuche zwischen 7 u. 11 Cm. seine regelmässigen Excursionen machte, stieg es bis $4^1/_2$ Cm., also um 25 Mm. Die Curve in Fig. 1 ist nach den Beobachtungen an der Wasserröhre entworfen. Man darf den Versuch modificiren, wie man will, sobald der n. phrenicus gereizt wird, entsteht eine starke Inspirationsbewegung; eine hinlänglich bekannte Sache. Sie übersteigt bei den in unsern Versuchen gewöhnlich angewandten Stromstärken stets die normale Bewegungsgrösse.

Indess habe ich mich bei dieser Verfahrungsweise noch nicht begnügt. Denn wenn eine Lunge ausser Wirksamkeit gesetzt ist und auf derselben Seite der n. phrenicus gereizt wird, so zieht sich zwar die betreffende Zwerchfellshälfte zusammen, aber eine hinlängliche Einwirkung auf die Gesammtrespiration wird dadurch nicht hervorgebracht. — Es wurde daher auch die Beobachtung des Zwerchfells bei geöffneter Bauchhöhle vorgenommen. Bei einem grossen weiblichen Kaninchen legte man auf beiden Seiten den n. phrenicus bloss, ohne ihn zu berühren. Dann wurde die Bauchhöhle geöffnet. Wie gewöhnlich entstand eine Unruhe des Thieres, als die Baucheingeweide hervordrangen. Die Zahl der Athemzüge war jedoch nicht wesentlich geändert, sie betrug vorher in 15 Secunden 33 und nachher 35. — Zuerst wurde mit einem schwachen Inductionsstrome gereizt, die Rollen waren 100 Mm. von einander entfernt, die primäre Kette war durch ein kleines Daniell'sches Element hergestellt. Diese Reizung war nur auf einer Seite angewendet worden und brachte gar keine Wirkung hervor. Die Bewegung war der Stärke und Häufigkeit nach dieselbe geblieben.

Sodann wurden die Rollen bis auf 60 Mm. genähert. Nun zog sich das Zwerchfell bedeutend zusammen und stand vollkommen still. Nachdem bisher nur auf einer Seite gereizt worden war, nahm man beide Nerven in Angriff. Mittlerweile war das Athmen wieder wie früher und man zählte in je 5 Secunden 12 Athemzüge. Sobald nun die Drähte neben die Nerven angesetzt waren, trat sogleich das gesammte Zwerchfell stark abwärts und zog sich nach allen Seiten zusammen. Diese Contraction dauerte während der ganzen Zeit der Reizung, nämlich 5 Secunden. Es war ein vollkommner Stillstand der Respiration, die Nasenlöcher waren dabei geöffnet, auch die Unterlippe von der Oberlippe entfernt.

Nachdem man wiederholt auf diese Weise verfahren war, wurde die Stromstärke vermehrt, erst die Rollen bis 40, dann bis 20 genähert, endlich übereinander geschoben. In allen Fällen trat Stillstand ein, und zwar in sehr energischer Inspiration. Von Exspiration war keine Spur vorhanden. In einem Falle wurde 10 Secunden, in den übrigen 5 Secunden lang gereizt, ohne dass eine Verschiedenheit sich gezeigt hätte.

II. Durchschneidung beider n. phrenici. Nachdem in der oben angegebenen Weise der n. phrenicus blossgelegt ist, wird er mit der Pincette gefasst und angezogen. Wenn man langsam zieht, so kann man ein grosses Stück aus der Brusthöhle herausbekommen. Während des Anziehens reagirt das Thier in der Regel ganz deutlich. Der Nerv erhält an dieser Stelle einen Zweig vom 5. Halsnerven. Ob bei der Trennung von diesem Nerven die Zerrung des letzteren den Schmerz veranlasst, oder ob der n. phrenicus selbst sensible Fasern erhält, darüber bin ich nicht ganz ins Klare gekommen; habe auch, da es nicht zur Sache gehörte, nicht genauer diesen Gegenstand verfolgt. — Die Loslösung eines n. phrenicus hat keine allgemeinen Erscheinungen zur Folge. Es versteht sich von selbst, dass man dann keine Bewegungen an der entsprechenden Seite mehr fühlt, wenn man die Finger unter die falschen Rippen anlegt. — Aber die Häufigkeit des Athmens ist nicht geändert.

Wird nun aber auch der andere n. phrenicus durchschnitten, so stellt sich eine beträchtliche Veränderung im Athemholen ein. Bei einem Kaninchen betrugen die Athemzüge in 30 Secunden, nachdem der eine Nerv durchgeschnitten war, 39. Als aber auch an dem andern die Operation gemacht war, so zählte man gleich nachher nur 12. — In einem andern Versuche war sogar die Frequenz von 14 auf 2 in 15 Secunden gesunken. — Beim Einathmen öffnen sich die Nasenlöcher weit, auch die Oberlippe hebt sich. Man sieht jene Bewegung daher um ein Weniges vorausgehen, so dass man in dem Gesichte hinter einander 3 Tempo's beobachten kann. Erst öffnen sich die Nasenöffnungen, dann gehen die beiden Oberlippen herauf und die Unterlippe herab, endlich folgt die Inspirationsbewegung des Brustkastens; er hebt sich beträchtlich.

Als bei einem Kaninchen die beiden n. phrenici durchschnitten waren, wurde die Glasröhre in eine Brusthöhle gebracht und nun der n. vagus einer Seite gereizt. Bei dem Ausathmen sank das Wasser regelmässig unter das frühere Niveau. Die Athmungsschwankungen betrugen

in 5 Versuchen vor . . .	während der Reizung
9 bis 11 Cm.	9 bis 16 Cm.
9 „ 11 „	9 „ 17 „
9 „ 11 „	9 „ 14 „
9 „ 11 „	9 „ 12 „
9 „ 11 „	9 „ 16 „

Es war also hier, nachdem der wichtigste Einathmungsnerv ausser Action gesetzt war, eine verstärkte Exspiration ganz deutlich. Die Brust war mehr verengt, als vor der Reizung. — Das Thier war unterdessen immer schwächer geworden, das Athmen immer seltner; endlich hörte es ganz auf. Nachdem etwa 8 Secunden lang gar keine Respiration mehr erfolgt war, wurde der n. vagus wieder gereizt. Bei einem Rollenabstande erst von 80, dann von 60 Mm. sank auch hier die Wassersäule noch einige Mal. Die Vagusreizung hatte also hier deutliche Exspirationsbewegung zur Folge gehabt, nachdem das Athmen aufgehört hatte.

Bei einem analogen Versuche an einem andern Kaninchen hatte man auch nebenbei Rücksicht auf die Herzbewegung genommen. Nach Durchschneidung der phrenici hatte sich auch diese beträchtlich gemindert. Freilich war vorher der Herzschlag nicht gezählt worden, aber die Zahl von 15 Pulsen in 15 Secunden ist bei Kaninchen eine ausserordentlich geringe, weshalb es gewiss höchst unwahrscheinlich ist, dass diese schon vor der Operation bestanden haben soll. Als man bei diesem Thiere die beiden n. vagi durchschnitten hatte, war die Frequenz von 15 auf 28 in 15 Secunden gestiegen.

III. Bevor wir zum dritten Theile der Untersuchung übergehen, scheint es passend, über die passive Bewegung des Zwerchfells, welche nach Durchschneidung der n. phrenici am Besten zu beobachten ist, hier zu handeln. Die Auffassung des Herrn Rosenthal über diesen Gegenstand ist, wie wir sehen werden, nur theilweise richtig, zum Theil unrichtig. Seite 49 sagt er: „Wenn das Zwerchfell erschlafft oder contrahirt ist, während der Thorax noch Bewegungen macht, so müssen sich diese natürlich dem Zwerchfell mittheilen, nicht blos wegen der Anheftung des Zwerchfells am Rippenrande, sondern auch wegen der Elasticität der Lungen. Denn bei der Erweiterung des Thorax nimmt der Druck innerhalb desselben ab und das Zwerchfell wird daher nach oben gezogen, bei Verengerung des Brustkorbes aber steigt das Zwerchfell ein wenig nach abwärts. Man sieht diese passiven Bewegungen besonders schön, wenn das Zwerchfell erschlafft ist (be-

sonders nach der Durchschneidung beider phrenici oder auch nur des einen auf der entsprechenden Seite)."

Das seiner Eigenbewegung beraubte Zwerchfell erleidet eine Lageveränderung theils durch Zug, theils durch Druck. Demnach folgt es der Bewegung der Rippen und, weil durch diese bei der Inspiration der Raum zwischen den Rippen und der Wirbelsäule vergrössert und die Entfernung zwischen dem Eingang und Ausgang der Brusthöhle verkleinert wird, so erfährt das nachgiebige Zwerchfell eine Dehnung zwischen Rippen und Wirbel und wird zugleich mehr in die Brusthöhle hereingezogen. — Diese durch Zug in Folge der Anheftung an den Rippen bewirkte Zwerchfellbewegung hindert nicht, dass dasselbe auch noch Lageveränderungen durch Druck erleiden kann, obwohl diese im Ganzen nur gering sind. Es wird darauf ankommen, ob das Zwerchfell dem Luftdrucke, welcher auf seine untere Fläche wirkt, hinlänglich Widerstand zu leisten im Stande ist, ebenso wie die Intercostalmuskeln während der Inspiration, oder nicht. Unter normalen Verhältnissen ist es von vornherein wahrscheinlich, dass das Zwerchfell, an welches die Leber, Magen und die Gedärme angelagert sind, fest genug ist, um dem Luftdrucke zu widerstehen. Wird nun dazu das Zwerchfell noch ausgespannt, wie es nach Durchschneidung der n. phrenici durch Vermittelung der Rippen geschieht, so muss dadurch der Widerstand sich noch vermehren. — Die Unruhe, welche gewöhnlich entsteht, wenn die Bauchhöhle geöffnet wird; die Athembeschwerden, welche sehr häufig eintreten, wenn man die Leber von dem Zwerchfell entfernt; das Luftschlucken, welches Hunde instinktmässig auszuüben pflegen und dadurch den Magen zu einer prallen Blase machen, — mögen vielleicht zum Theil von der Druckvermehrung herrühren, welche von der Verminderung des Widerstandes ausgeht. — Man wird sich aber durch die Beobachtung selbst mit Bestimmtheit überzeugen können, ob die Lungen an ihrer Zwerchfellfläche sich noch ausdehnen, wenn die n. phrenici durchschnitten sind. Obgleich man im Voraus vermuthen konnte, dass dies der Fall sein müsse, so habe ich doch auch davon mich überzeugen wollen. — Bei einem Kaninchen, dem die n. phrenici durchschnitten worden waren, wurde die Bauchhöhle geöffnet und die Gedärme soweit zurückgelegt, dass man deutlich das Zwerchfell sehen und also auch die weisse Lunge der linken Seite durchschauen konnte. Bei jeder Inspiration dehnte sich die Lunge aus und drängte das Zwerchfell von der Stelle. Man sah sie jedesmal an einem Theile des Leberrandes hervorkommen und zurück-

weichen, und konnte recht gut mit dem Massstabe dieses bestimmen. — Hierdurch, glaube ich, ist vollständig erwiesen, dass während der Inspiration das Zwerchfell auch passiv sich nach unten gegen die Bauchhöhle, wenn auch in geringem Masse bewegt. — Ich habe in meiner ersten Abhandlung p. 442 beiläufig bemerkt, dass „die Bewegung des Zwerchfells zum Theil eine passive sei, indem der Druck der durch die eingeathmete Luft ausgedehnten Lungen das nachgiebige Zwerchfell nach unten wölbe.“ Ueber diese, wie wir gesehen haben, durchaus richtige Bemerkung lässt sich Herr Rosenthal in folgender Weise aus: „Da meine physikalischen Kenntnisse, wie ich leider gestehen muss, nicht ausreichen, das zu begreifen etc.“ — Wenn diese so gering sind, so hätte doch der Verfasser lieber den Versuch machen sollen.

Ich komme jetzt zur dritten Abtheilung meiner Untersuchung, welche sich mit den Wirkungen der Reizung des n. vagus beschäftigen soll, wenn die n. phrenici unversehrt sind. Bei den zahlreichen Versuchen, welche ich angestellt habe, bin ich zu demselben Resultate gelangt, welches sich aus meinen früheren ergab. Damals hatte ich das Athmen beobachtet, indem eine Glasröhre in eine Nasenöffnung eingebracht war; dieses Mal durch eine Manometerröhre, welche den Luftdruck in der Brust mir anzeigte, wie oben angegeben. Zuerst tritt uns die Frage entgegen, ob durch Reizung des n. vagus die Contraction der Athemmuskeln an Stärke zunehme und demgemäss bei jedem Athemzuge eine grössere Menge von Luft geschöpft wird. Wir sehen hierbei vorläufig von der Frequenz ab und die Beantwortung dieser Frage kann noch keinen Aufschluss darüber geben, ob in einer gewissen Zeit, während welcher der n. vagus gereizt war, mehr Arbeit geleistet wird, als vorher, ob nämlich, was auch bei geringerer Contractionsstärke durch zunehmende Frequenz möglich ist, eine grössere Menge von Luft überhaupt den Lungen zugeführt wird. — Die oben angeführten Versuche über die Reizung der n. phrenici haben gelehrt, dass bei hinlänglicher Reizung die Contraction des Zwerchfells sich ganz beträchtlich verstärkt. — Wenn man hingegen den n. vagus bei einer geringen Stromstärke reizt, so sieht man nur in seltenen Ausnahmefällen eine Inspiration eintreten, welche die normale, wie sie vor der Reizung beobachtet worden war, übertrifft. Regel ist es hingegen, dass der Wasserspiegel bei der Einathmung in der graduirten Röhre tiefer steht, als vor und nach der Reizung. Wenn z. B. die Wassersäule bei der Inspiration auf 7 Cm. stieg und bei der Exspiration auf 11 Cm.

sank, und dann der n. vagus gereizt wurde, so erreichte dieselbe niemals 7, sondern schwankte zwischen 9 und 10. Während also vor und nach der Reizung die Schwankung 4 Cm. betrug, war sie während der Reizung nur 2 Cm. — Ein vollständiger Stillstand war im Ganzen selten zu bemerken, und von kurzer Dauer; es waren vielmehr in der Regel nur minimale Bewegungen. Jedoch konnte man manchmal auch diese nicht mehr wahrnehmen, und dem Augenschein nach war Stillstand eingetreten, der indess alsbald aufhörte und kleinen, wahrnehmbaren (oft nur 1—2 Mm. gleichkommenden) Bewegungen Platz machte. — Obgleich also in allen meinen zahlreichen Versuchen die Inspirationsgrösse geringer war, als die vor und nach der Reizung, so zeigte sich doch eine Verschiedenheit in dieser Grösse. Meistens hob sich das Wasser nur wenig über die Höhe, welche es zur Zeit der Exspiration eingenommen hatte. So steigt z. B. in Fig. 2 die Curve vor der Reizung von 17 auf 9. Nun wurde gereizt, die Curve steigt von 17 auf 15, fällt auf 17, steigt wieder auf 15 und schwankt jetzt von 15 auf 16, dann erfolgt ein Stillstand auf 16, kleine Bewegungen zwischen 15 und 16, ein längerer Stillstand in der Exspiration, dann bis zum Ende der Reizung kleine Bewegungen. — Es ist Regel, dass die Inspirationsbewegung in der Nähe der Exspirationsbewegung bleibt. Bei einer schwachen Reizung kommt es aber meistens nicht zur vollständigen Exspiration, oder wenigstens nicht im Anfange der Reizung, wie wir in Fig. 2 es auch sehen. — In Fig. 3 fällt die Reizung in den Raum zwischen den zwei Pfeilen. Wir sehen vor der Reizung die Curve zwischen 18 und 10, während der Reizung zwischen 16 und 13, zwischen 15 und 14, dann eine einmalige verstärkte In- und Exspiration von 8 bis 18, dann wieder wie gewöhnlich kleine Respirationen und Stillstand. — In Fig. 4 sehen wir die verschiedensten Inspirationsgrössen. Die Reizungszeit ist durch Pfeile angedeutet. Bei *a* sind minimale Bewegungen nahe der Exspirationsgrenze, bei *b* erst die Exspiration vermehrt, dann Stillstand in der Inspiration, ähnlich bei *c* und *d*. — Wenn die Reizung verstärkt wird, so erfolgen entweder, wie in Fig. 5, ganz kleine Respirationen, fast im Niveau der Exspiration, welche sehr von den vorhergehenden zwischen *a* und *b* dargestellten abweichen, die in die Zeit vor der Reizung fallen. In Fig. 6 und besonders in 7 ist dies in noch höherm Grade der Fall; oder es entsteht verstärkte Exspiration.

Dass bei zunehmender Reizung des n. vagus eine starke Exspirationsbewegung eintritt, davon kann man sich, ausser

nach der von mir angegebenen Methode, sehr augenfällig noch in einer andern Weise überzeugen. Man kann die Beobachtung, welche ich angeben werde, zwar auch bei Kaninchen machen, aber viel deutlicher ist sie bei Hunden anzustellen. Wenn man nämlich die Bauchhöhle öffnet und auf einer Seite in das Zwerchfell einen Einstich macht, so entsteht ein einseitiger pneumothorax. Während der Inspiration wird das Zwerchfell nach der Brusthöhle hingetrieben, während der Exspiration nach Unten. Reizt man nun den n. vagus bei einem solchen Thiere, so wölbt sich diese Zwerchfellshälfte bauchig hervor und bleibt selbst eine Weile in dieser durch Verengerung der Brusthöhle und Verdichtung der Luft hervorgebrachten Stellung. Dieser Versuch ist sehr instructiv und überzeugend.

Was die Frequenz der Athemzüge anlangt, so habe ich gefunden, dass dieselbe zwar zunimmt, aber diese Zunahme in der Mehrzahl der Fälle nicht bedeutend ist.

Ich behaupte nun, dass Herr Rosenthal im Grossen und Ganzen gar nichts anders beobachtet hat, als ich selbst. Sicher wird er unter den gewiss sehr vielen Curven kaum eine einzige finden, welche Inspirationsbewegungen anzeigt, die die normalen übertreffen, abgesehen von ganz vereinzelten Verstärkungen, die ich oben erwähnt habe. Es ist zu bedauern, dass er in seinem Werke nur eine einzige Curve gegeben hat, von welcher man indess vermuthen kann, dass sie für die vom Verfasser vertheidigte Ansicht einen günstigen Beleg abgibt. Aber auch in dieser steht die Inspirationsgrösse noch unter dem Niveau der normalen Inspiration. Würde uns Herr Rosenthal eine grössere Zahl von Curven mittheilen, so würde sich das angegebene Ergebniss noch deutlicher zeigen.

Die kleinen Bewegungen während der Reizung erklärt der Verfasser (p. 138) „durch den in sehr kleine, aber schnell auf einander folgende Bewegungen gerathenden thorax bewirkt.“ Ich halte dies nicht für richtig, weil bei Anwendung einer geringern Stromstärke und deren allmäliger Zunahme die Respirationsgrössen im Anfange noch mässig gross sind, dann immer kleiner werden, endlich dem Stillstande nahe kommen. Der Versuch, den Herr Rosenthal p. 140 anführt, gibt ein annähernd richtiges Bild von den Folgen der Reizung. Hier heisst es: „Bei schwacher Reizung Vermehrung der Respirationsfrequenz, bei stärkerer Stillstand in Inspirationsstellung, bei übereinander geschobenen Rollen Stillstand in Exspirationsstellung.“

Wir wollen mit dieser Beschreibung noch das zusammenhalten, was der Verf. p. 136 sagt. „Man sieht alle möglichen

Stufen von der grösstmöglichsten Contraction, deren die Muskelbündel des Zwerchfells fähig sind, wo das Zwerchfell nur noch ganz schwach nach oben gewölbt ist und fast als ebene Scheidewand die Brust- und Bauchhöhle von einander trennt, bis zu der schwächsten, wo es eben nur um ein Minimum von der Lage der Erschlaffung, wie sie der tiefsten Exspiration zukommt, abweicht.“

Diesem Ausspruche würde ich vollkommen beistimmen, wenn man den Anfang davon streicht. Ich wiederhole, dass bei der überaus grossen Anzahl von Versuchen, die ich angestellt habe, sei es an den Nasenöffnungen, am Zwerchfelle, oder in der Brusthöhle selbst, niemals die grösstmögliche Contraction der Inspirationsmuskeln mir vorgekommen ist. Ich muss daher vermuthen, dass in solchen Fällen ein Uebergehen des Stromes auf den n. phrenicus Statt gefunden hat. Oder Herr Rosenthal müsste einen einmaligen Athemzug darunter verstehen, der allerdings mit tiefer Inspiration eintreten kann, jedoch im Ganzen nur selten. — Nimmt man diesen Passus aus dem oben erwähnten Ausspruch hinweg, so hat Herr Rosenthal nicht mehr und nicht weniger gesagt, als was von mir selbst gesagt worden ist. In meiner Abhandlung p. 444 heisst es in Betreff der Nasenöffnung: „Aber man findet keineswegs bei einem und demselben Thiere durch denselben Reiz die Durchmesser der Nasenöffnung sich gleich bleiben. Man findet vielmehr manchmal dieselbe ganz verschlossen, manchmal noch einen schmalen Schlitz darstellend, manchmal weiter geöffnet und selbst nahe bis zur Inspirationsöffnung, die sie jedoch nie erreicht.“ und pap. 454: „Das Zwerchfell zeigt uns ganz genau dieselben Erscheinungen, die wir an der Nase beobachten. Niemals bei vollständiger Isolation des n. vagus sieht man eine so starke Inspirationsbewegung als vorher, immer ist ein Zurückweichen des Zwerchfells bemerkbar, bald wenig, bald so stark wie bei der intensivsten Exspiration.“ Herr Rosenthal hat aber auch vollständige Exspirationsbewegung beobachtet, wie er p. 41 und p. 132 angibt. Er erklärt dies aber p. 132 „stets und unter allen Umständen als Folge unipolarer Stromabgleichungen.“ Hingegen sagt er p. 202: „Man dürfe die Reizung nicht zu lange anhalten lassen, weil sonst durch die Ermüdung der Inspirationsmuskeln der Lungenraum sich zu verkleinern anfängt.“ — Gewiss wird Niemand in Abrede stellen, dass ebenso, wie die Inspirationsmuskeln durch lange Reizung ermüden können, derselbe Erfolg eintreten kann, wenn eine zu starke Reizung vorausgeht.

Herr Rosenthal hat also im Allgemeinen gesehen, was

ich auch gesehen habe, nur Manches nicht genau genug beobachtet und Alles unrichtig gedeutet. — Es ist nicht richtig und es wird ihm, ich wiederhole es, schwer sein, nur einen einzigen Fall aufzuweisen, dass Reizung des n. vagus die grösstmögliche Contraction des Zwerchfells zur Folge hat, wenn nämlich keine Stromschleifen stattgefunden haben. — Ebenso ist es nicht richtig, dass, wenn der Nerv noch so gut isolirt ist, niemals durch Reizung eine vollkommene Erschlaffung vorkommen soll. Ich habe schon oben gesagt, dass man den n. laryngeus vollkommen wegnehmen kann und dennoch die Wirkungen wie vorher sieht. Es ist an sich nicht glaublich, dass der naheliegende n. phrenicus niemals von Stromschleifen getroffen werden soll, wenn Inspirationsbewegungen auftreten, und der n. laryngeus superior, welcher viel entfernter und jenseits der Pole liegt, immer getroffen werden soll, wenn Exspirationsbewegungen auftreten. Ist der n. laryngeus superior bis zu dem vagus-ganglion weggenommen, so liegen natürlich dessen Fasern in dem darüber gelegenen Theile, aber bei so grosser Entfernung des Stammes am untern Halse von der Stelle, an welcher der n. laryngeus sich mit dem vagus verbindet, und gehöriger Isolation kann an Stromschleifen nicht gedacht werden, und wenn solche vorkommen, so wird der naheliegende n. phrenicus, welcher ungefähr in gleicher Richtung mit dem n. vagus verläuft, gewiss nicht verschont bleiben. — Aber beides kann man gut vermeiden und wenn man dies thut, so wird man bei schwacher Reizung die Athemgrössen abnehmen, bei stärkerer aufhören, bei noch stärkerer, vermehrte Exspirationen eintreten sehen; aber auf der andern Seite niemals durch Reizung des n. vagus hervorbringen, was ganz constant bei Reizung des n. phrenicus ist. — Stünde der n. vagus mit dem n. phrenicus in reflectorischem Verhältnisse, so müsste man doch auch durch Reizung des einen dasselbe oder ein analoges Resultat erzielen können, wie durch Reizung des andern. Das aber sucht man vergebens. Ich habe die beiden Nerven abwechselnd mit derselben Stromstärke gereizt, und stelle hier in einer Curve (Fig. 8) den Erfolg dar. Die Respirationsschwankungen ausser der Zeit der Reizung fielen zwischen 8 und 12. Die Reizung des Zwerchfellnerven ist mit p, die des n. vagus mit v bezeichnet. Man bemerkt den bedeutenden Unterschied beim ersten Blicke, in dem einen Falle die intensivste Inspiration, in dem andern die kleinen Athembewegungen, und selbst Exspirationsvermehrung. Vermehrt man die Stromstärke, so sieht man bei Reizung des n. phrenicus ein Zuckungsmaximum eintreten, bei

welchem das Zwerchfell tief herabsteigt und hier so lange stehen bleibt, bis endlich Reizlosigkeit eintritt. Ganz anders ist es, wenn man mit vermehrter Stromstärke den n. vagus reizt; hier nimmt, wie schon wiederholt gesagt worden ist, niemals die Bewegung des Zwerchfells zu, es sinkt dies vielmehr immer tiefer in die Brusthöhle hinein, diese wird enger.

Wenn wir bis jetzt die Verschiedenheiten der Erscheinungen betrachtet haben, welche nach Reizung des n. vagus und des n. phrenicus eintreten, wollen wir jetzt auf die scheinbaren Aehnlichkeiten hinweisen. Sowohl aus der gegebenen Beschreibung, als auch aus der Ansicht der Curven ergibt sich, dass durch eine schwache Reizung des n. vagus die Exspiration nicht vollständig zu Stande kommt, die Brusthöhle wird nicht vollständig verengt, wie dies nach vollendeter Inspiration ohne Reizung der Fall ist. Die Ursache, welche überhaupt die Inspiration veranlasst, muss also auch in der Zeit fortdauern, in welcher unter normalen Verhältnissen dieselbe nicht mehr vorhanden ist. Die Inspirationsmuskeln beginnen zu erschlaffen; bevor sie aber erschlafft sind, hat schon wieder eine neue Inspirationsbewegung begonnen. — Dies weist unzweifelhaft darauf hin, dass das Streben zur Inspiration in Folge einer schwachen Reizung des n. vagus vermehrt ist. Dies habe ich niemals in Abrede gestellt. Aber es ist ein grosser Unterschied, von welcher Quelle dies Streben zu vermehrter Inspiration ausgeht. — Es lässt sich nämlich denken, dass die Kraft, welche die Inspiration veranlasst, wirklich eine Zunahme erfahren hat, oder auch, dass ein Widerstand vorhanden ist, durch welchen sie einen Abbruch erleidet und die Ausdehnung der Brust verhindert wird. Bei der letzten Annahme könnte man den Zustand so sich vorstellen, als ob die Brusthöhle von allen Seiten zusammengedrückt wäre. Hierbei würde das Einathmen nicht das gewöhnliche Mass erreichen können, das Streben zur Ausdehnung würde bestehen, und zwar in demselben Masse, als im ungehinderten Zustande, aber der vorhandene Widerstand würde nicht gestatten, dass das Ziel erreicht werden könnte. Wir sehen aber überall im animalen Leben, dass, wenn ein Widerstand erweckt wird, die wirkende Kraft nicht umgekehrt proportional dem Widerstand sich verhält, sondern dass die Kraft noch einen Zuwachs erhält. Nennen wir die ursprüngliche Kraft K und die Widerstände W, und die entstandene Bewegung G, so kann man bei animalen und namentlich bei Nervenkräften nicht ohne Weiteres $K - W = G$ setzen, sondern man muss auch noch

den Zuwachs, welcher durch das Streben, den Widerstand zu überwinden, entsteht, mit in Rechnung bringen; bezeichnen wir diesen mit z, so wird die Formel heissen $K + z - W = G$.

Man muss nun, um zu unserm Gegenstande zurückzukommen, aus mehren Gründen annehmen, dass durch Reizung des n. vagus die Zunahme der Inspirationsbewegungen nicht auf einer Zunahme der inspiratorischen Kraft, sondern auf einer Zunahme des Strebens, den Widerstand zu überwinden, beruht.

Wäre die inspiratorische Kraft vermehrt, so würde man dieselben Erscheinungen sehen, als ob man die wesentlichen Träger dieser Kraft, die n. phrenici, mehr anregte. Dies ist aber keineswegs der Fall.

Wenn man die Thätigkeit verstärkt, von der man annimmt, dass sie die inspiratorische Kraft vermehren soll, indem man nämlich den n. vagus reizt, so sollte auch mit Zunahme der Reizung die Inspiration stärker werden, dies geschieht nicht. Es erfolgt ein Stillstand des Athemholens, wie nach der Exspiration und nimmt die Stromstärke und also auch die Reizung noch mehr zu, so wird eine vermehrte Exspiration beobachtet.

Hieraus geht hervor, dass durch Reizung des n. vagus nicht die Inspirationsnerven in grössere Thätigkeit versetzt werden, sondern dass in Folge eines vermehrten Widerstandes dieselben eine grössere Anstrengung machen, welche gleich von Anfang an von geringer Wirkung ist, durch die Zunahme des Widerstandes endlich ganz überwunden wird.

Alle Erscheinungen erklären sich, wenn man die Theorie annimmt, welche ich aufgestellt habe. Es gibt ein Einathmungs- und ein Ausathmungscentrum. Das letztere wird durch die centripetalen Fasern des n. vagus angeregt. Wird dieser Nerv gereizt, so geschieht dasselbe, was immer im Körper entsteht, wenn zwei entgegenwirkende Kräfte vorhanden sind und eine davon incitirt wird. Die andere hört nicht auf, sondern es entwickelt sich eine Spannung, ein Trieb in ihr. Wir kennen z. B. Krankheiten, welche das Bewegungsvermögen in einer eigenthümlichen Weise stören. Der Kranke will die Hand zum Munde führen, er zittert, er beschreibt grosse Kreise, ehe er sein Ziel erreicht, er kommt sogar oftmals neben dasselbe. Hier arbeiten zwei verschiedene Kräfte auf demselben Bewegungsgebiete sich einander entgegen. Der Wille wird nicht aufgehoben, sondern er wird noch verstärkt, — aber er bringt es nur schwer oder gar nicht zum erwünschten Ziele. — Ich habe in meiner frühern

Arbeit die Irisnerven mit den Athemnerven verglichen, das Inspirationscentrum mit dem centrum ciliospinale, das Exspirationscentrum mit den Vierhügeln. Herr Rosenthal verwirft die Vergleichung, weil aus der antagonistischen Wirkung der Irisnerven keine rhythmische Action hervorginge, sondern eine mittlere Weite der Pupille, grösser oder geringer, je nach der Stärke der beiderseitigen Erregungen (p. 251). — Hierauf habe ich zuerst zu erwidern, dass in Dingen, über welche man urtheilen will, es nothwendig ist, sie zu kennen. In der iris besteht gleichfalls eine continuirliche, nicht vom Lichtreiz abhängige Bewegung, also etwas Aehnliches, wie bei der Respiration und Herzbewegung. Diese Bewegung wurde bereits von Himly beschrieben (ophthalm. Beob. p. 47), und Herr Ruete (Ophthalmol. p. 94) und ich (Bewegung der Iris p. 169) haben dies vollkommen bestätigt. — Aber wenn wir auch von dieser rhythmischen Irisbewegung ganz absehen, so lässt sich doch ein Vergleich sehr wohl anstellen. Für die Irisbewegung bestehen erwiesener Massen zwei Nervencentra, welche in entgegengesetzter Richtung die in ihnen entwickelten Kräfte wirken lassen. Da nun nach der von mir aufgestellten Theorie auch für die Respiration zwei Nervencentra bestehen, so kann man sich wohl die Frage vorlegen, ob unter gleichen Verhältnissen die Erscheinungen sich gleich gestalten. Damit braucht nicht gesagt zu sein, dass sich diese beiden Centra in allen Dingen gleich verhalten sollen. Ob der Rhythmus in den Respirationsbewegungen von der gegenseitigen Stellung der beiden Centren ganz oder theilweise abhängig ist, darüber kann man verschiedener Meinung sein. Aber das ist auch für unsere Untersuchung nebensächlich. Ich gehe deshalb auch jetzt nicht von Neuem darauf ein, weil mir über manche einschlagende Puncte noch eigne Untersuchungen fehlen, — obwohl ich meiner frühern Ansicht durchaus noch zugethan bin. Darin lässt sich aber wohl ein Vergleich anstellen, dass das eine Iriscentrum während des Tages beständig gereizt wird und daher die Iris in einer andauernden — gleichviel ob rhythmischen oder arhythmischen — Bewegung sich befindet, was für das andere Centrum nicht gültig ist. So haben wir auch nach meiner Theorie zwei Respirationscentra, von denen das eine Tag und Nacht beständig gereizt wird, wodurch die Bewegungen constant von Statten gehen, was bei dem zweiten, dem Exspirationscentrum, nicht der Fall ist. Wir fragen nun, welche Erscheinung tritt ein, wenn wir das stetig angeregte pupillenverengende Iriscentrum künstlich reizen, und welche Erscheinung, wenn wir

das nicht stetig erregte pupillenerweiternde Iriscentrum reizen? werden die Bewegungen in der nicht erregten Partie dadurch vermehrt oder vermindert? Solche Fragen sind vollständig berechtigt und dass der Vergleich, wie Herr Rosenthal (p. 251) meint, sehr unglücklich gewählt sei, wird ausser ihm Niemand glauben. — Ich will mir daher erlauben, nochmals darauf hinzuweisen. Betrachtet man aufmerksam die Iris, während der n. sympathicus cervicalis gereizt wird, so sieht man bei schwächern Reizen zu allererst eine Verengerung. Diese ist oft nur bei aufmerksamer Beobachtung erkenntlich, oft aber so auffallend, dass man glauben sollte, der n. oculomotorius wäre gereizt. Gleich als wenn der ungewohnte Angriff einen grössern Widerstand hervorgerufen hätte! Bald jedoch wird diese Verengerung der Pupille bei fortgesetztem Reize überwunden. Es entsteht Erweiterung. Aber wenn der Reiz nicht stark ist, so tritt nicht vollständige Erweiterung ein, die man hingegen dadurch verstärken kann, dass man beschattet. Man hat es sogar in seiner Gewalt, den Grad der Verengerung der Pupille, welche durch gewöhnliches Tageslicht hervorgerufen wird, nur um ein Weniges abzuschwächen und dann auch wieder einen Pupillenzustand hervorzubringen, der demjenigen nach dem Tode nahe kommt, und endlich eine über diese Grenze hinausgehende Grösse. — So sieht man öfters, wie auch unsere Curven zeigen, im ersten Momente der Reizung des n. vagus eine verstärkte Inspiration einmal eintreten, dann werden die Inspirationen immer kleiner, gewöhnlich so, dass die Ausdehnung der Brust derjenigen nach dem Tode nahe steht, endlich bei vermehrter Stromstärke starke Ausathmung, bei Hunden Husten, Brechbewegung u. s. w.

Mit einem Worte, sobald der n. vagus gereizt wird, sehen wir die Ausathmung im Fortschritt begriffen, aber beständig reactionäre Bestrebungen von Seiten der Einathmungsnerven, bald mehr, bald weniger, bald mit grösserem, bald mit geringerem Erfolge. Diese zeigen sich da am Stärksten, wo die grösste Kraftentwicklung vorhanden ist, in den Zwerchfellsnerven und dem Zwerchfell, schwächer in den übrigen Theilen, aber überall vorhanden. Daher kann es kommen, dass durch dieselbe Reizung bereits die Nasenlöcher schon in einem der Exspiration nahen Zustande sind, während das Zwerchfell noch weiter davon entfernt ist. Dies hat Herr Rosenthal beobachtet, dessen Mittheilungen über das Verhalten der Nasenlöcher in Folge der Reizung des n. vagus ich hier wiedergebe: Um einen deutlichen Stillstand der Nasenlöcher im erweiterten Zustande zu sehen, muss man sich ganz

schwacher Ströme bedienen, welche eben ausreichen, dauernden Stillstand des Zwerchfells zu bewirken. Dann sieht man diesen Erfolg aber stets eintreten, sowohl bei Kaninchen als bei Katzen. Sind die Ströme schwächer, so werden die Bewegungen nur beschleunigt und zugleich weniger ausgiebig, so dass weder die Erweiterung noch die Verengerung so gross ausfallen, als vor der Reizung. Sind aber die Ströme stärker, so sieht man wieder Stillstand und zwar in einer Stellung, welche der Exspirationsstellung viel näher ist, als der Inspirationsstellung. Dabei kann das Zwerchfell immer noch gleichzeitig contrahirt sein, so dass also nicht etwa Stromschleifen durch den laryngeus superior eine Exspiration bewirken. (Wenn Stromschleifen so weit gingen trotz aller Isolation, dann müsste man die Reizung mittelst Inductionsströmen besser ganz einstellen. Ref.) Ich gebe die Thatsachen so nackt, wie ich sie beobachtet habe, und muss es dabei unentschieden lassen, ob nicht vielleicht doch gewisse Fasern, sei es im laryngeus superior, sei es im Vagus-Stamme selbst, vorhanden sind, welche zu den Nasenflügeln in einer besondern Beziehung stehen. (Eine kühne Idee! Ref.) Jedenfalls steht soviel fest, dass man aus den vorhandenen Thatsachen nicht schliessen darf, dass der vagus eine Exspiration auslöse. Dem widersprechen nicht nur die Beobachtungen an allen übrigen Athemmuskeln, sondern auch an der Nase selbst."

Diese Erfahrungen zeigen eine gute Uebereinstimmung mit den meinigen. In meiner Abhandlung p. 443 heisst es: Wir sehen nicht selten der Verengerung eine Erweiterung vorhergehen. Die Athemzüge werden durch schwächere Ströme stets häufiger, aber kleiner. — Dann wird weiter ausgeführt, wie die Exspirationsbewegung immer vorwaltender wird. —

Wenn die Erweiterung und Verengerung der Nasenlöcher als Respirationsbewegung anerkannt wird, so kann man nach Herrn Rosenthal's, Snellen's und meinen Beobachtungen nicht anders schliessen, als dass diese Respirationsbewegung in ihrer Exspirationsphase vermehrt, in ihrer Inspirationsphase vermindert wird. — Grade das Umgekehrte tritt ein, wenn der wichtigste Einathmungsnerv gereizt wird, der n. phrenicus. Hier wirken wir nicht centripetal und doch fällt auf das Deutlichste der Zusammenhang zwischen den einzelnen Athemregionen in die Augen. Es ist dies eine allbekannte Thatsache, dass die Athembewegungen, vielleicht mehr als irgend welche andere im Körper, sich associiren. — Ich hebe unter andern Beispielen das Niesen hervor. Wenn sensible trigeminus-Zweige direct durch Niesmittel oder indirect durch

helles Sonnenlicht, welches aufs Auge fällt, gereizt werden, so entsteht eine Exspirationsbewegung. Der gesammten Bewegung geht eine Exspirationsbewegung der Nase voraus. —

Was die Bewegung der Stimmbänder nach Reizung des n. vagus betrifft, so muss ich bei meinen früheren Beobachtungen, welche in gleicher Weise die Herren Gilchrist und Schiff gemacht haben, bleiben. Wenn nämlich ein vagus durchschnitten und sein centrales Ende gereizt wird, so macht das Stimmband *) der entgegengesetzten Seite eine Bewegung wie bei der Exspiration.

Beobachtungen in Krankheiten sprechen gleichfalls dafür, dass vagus-Reizungen Exspirationsbewegungen veranlassen. Bei Irritationszuständen der Luftröhre und der Lungen, sehr häufig auch des Magens, tritt als die gewöhnlichste Erscheinung die Exspirationsbewegung des Hustens ein, grade so, wie man auch bei Hunden und Katzen durch künstliche Reizung des vagus dies veranlassen kann. — Wahrscheinlich lassen sich noch andere pathologische Belege für diese Annahme bilden. — Wenn wir alltäglich sehen, dass durch Reizung der Bronchialschleimhäute Husten entsteht, also eine so starke Exspirationsbewegung, so scheint mir diese Erfahrung schon ohne Weiteres ausserordentlich viel für meine Theorie zu sprechen.

Ich will mich auf die Erklärung der Wirkungen, welche nach Durchschneidung der beiden n. vagi eintreten, hier nicht weiter einlassen, weil ich glaube, dass dieser Gegenstand eine bessere Erörterung finden kann, wenn erst über den Einfluss der Reizung auf die Respirationsbewegung eine Verständigung erreicht ist. — Sind beide Nerven durchschnitten, so tritt eine so grosse Abnahme aller Lebensthätigkeiten ein, dass das Verhältniss zwischen In- und Exspiration so sehr verändert ist, dass es schwer wird, nun über den Einfluss der Erregung der gesunden n. vagi zu urtheilen.

Ich habe es auch vermieden, auf den Ton Rücksicht zu nehmen, den Herr Rosenthal anschlägt, wenn er auf mich zu reden kommt. Solche Sprache, die man heut zu Tage unter jungen Leuten nicht mehr selten antrifft, berührt mich nicht.

---

*) Durch einen Schreibfehler steht in dem frühern Aufsatze anstatt das Stimmband: die Stimmritze; wie auch aus dem folgenden Satze hervorgeht, wo der Plural gebraucht ist, der sich nicht auf Stimmritzen beziehen lässt. Dadurch blieb diese Stelle Herrn Rosenthal leider unklar.

Nehmen wir alle Versuche zusammen, so ergibt sich:

1) Dass Reizung des n. vagus, von irgend welcher Stärke sie sein mag, keine Inspirationsbewegung hervorbringt, welche grösser ist, als die normale, sondern stets kleiner;
2) dass hingegen Reizung des n. phrenicus bei mässiger Stromstärke die Inspirationsbewegung ausserordentlich vermehrt, und dann eine anhaltende Contraction aller Inspirationsmuskeln veranlasst;
3) dass starke Reizung des n. vagus nicht eine verstärkte Inspiration hervorruft, sondern die Exspiration vermehrt.

Ueber die Bedeutung des gelben Fleckes.

Von

Dr. C. Ritter.

Es hat sich allmälig weniger mit Bewusstsein, als durch eine gewisse Bequemlichkeit in der anatomischen und physiologischen Deutung des Centrums der menschlichen Retina eine irrthümliche Auffassung eingeschlichen, welche ihrerseits in Rückschlüssen zu verkehrten Folgerungen Anlass gegeben hat. Schon lange ist die Macula lutea als der Ort des deutlichsten Sehens, der feinsten Unterscheidung im Raume und in der Qualität bestimmt. Ohne Zweifel ist dies richtig und doch erschöpft es so wenig den Begriff des gelben Fleckes, dass eine solche einseitige Auffassung gradezu als Irrthum bezeichnet werden muss. Die einfachste vergleichend-anatomische Betrachtung hätte denselben auf der Stelle aufklären können.

Der gelbe Fleck findet sich nur in der Retina des Menschen und der Affen; bei keinem anderen Thiere ist trotz der vielfältigsten Untersuchungen eine Stelle der Retina gefunden, welche auch nur annäherungsweise dem anatomischen Bau der Macula lutea sich vergleichen liesse. Falls daher jene Auffassung des gelben Fleckes richtig wäre, müsste dem Menschen und dem Affen unter allen Thieren das schärfste Gesicht zugesprochen werden, da die anatomischen Vorrichtungen zur Erreichung dieses Zweckes bei ihnen die vollkommensten wären. Diese Annahme widerlegt sich durch die Erfahrung und durch die vergleichend-anatomische Forschung in gleicher Weise, indem wir einmal Vögeln und Raubthieren ohne weiteres durch die tägliche Betrachtung einen kleineren Distinctionswinkel als uns selbst zuschreiben müssen, und zweitens die Betrachtung des Accommodotionsapparates verschiedener Thiere auch ohne die tägliche Erfahrung diese Behauptung erweist. Der gelbe

Fleck der Retina kann daher nicht zum Zweck des deutlichsten Sehens angelegt sein.

Nach der Gesichtsbildung haben dagegen Mensch und Affe einen Vorzug vor allen anderen Thieren voraus, das gemeinschaftliche Sehen mit zwei Augen, und ohne Zweifel dient die Macula lutea als hinteres Ende der Sehaxe, von welchem aus das gemeinschaftliche Sehen geleitet wird. Gegenüber dem Menschen und Affen sind alle übrigen Thiere nicht anders als einäugig zu betrachten, da mit geringen Abweichungen ihr Gesichtsfeld nur zu sehr kleinen Theilen gemeinschaftlich ist und auch in diesen Theilen ein combinirter Sehact unmöglich stattfinden kann. Man könnte sagen, dass bei den Thieren der gemeinschaftliche Sehact zu Gunsten einer Vergrösserung des Gesichtsfeldes aufgegeben ist. Der ungeheure Vortheil, welcher dem Menschen aus dem gemeinschaftlichen Sehact erwächst, ist in den letzten Jahren durch die stereoskopischen Versuche hinreichend erwiesen. Das Erkennen der Körper in den drei Dimensionen hängt von ihm allein ab, damit ist dem Menschen eine ganz andere Auffassung der Dinge ermöglicht und er wird dadurch seinen psychischen Aufgaben viel näher gerückt. Dass das gemeinschaftliche Sehen seinen letzten Zweck hinter jedem einzelnen Auge hat, also im Gehirn, war von vornherein auf logischem Wege zu beweisen, aber ebenso muss es in dem gleichen Bau beider Augen seinen Grund haben. Alle Versuche, aus jenen stereoskopischen Untersuchungen die Identität der Netzhäute zu leugnen, haben auch auf mehr oder weniger verschlungenen Umwegen dazugeführt, dieselbe unter veränderten Namen mit einigen nothwendigen Correctionen wieder aufzustellen, und haben nur den letzten psychischen Zweck des gemeinschaftlichen Sehens bedeutend klarer hervorgehoben. Für die Identität der Netzhäute ist aber der gelbe Fleck die nothwendige Bedingung, sein Vorhandensein und seine Eigenthümlichkeiten sind daher nur auf die Identität zurückzuführen.

Es ist durchaus nicht mein Zweck, zu leugnen, dass die Macula lutea die Stelle des deutlichsten Sehens ist; ohne Zweifel ist sie dies, aber sie existirt nicht zum Zwecke des deutlichsten Sehens, sondern im Dienste des gemeinschaftlichen Sehens. Wenn die vergleichende Anatomie sich etwas aus der unermesslichen Anhäufung von Thatsachen, welche jetzt ihre einzige Aufgabe scheint, herausgearbeitet hat, dann wird sie auch an dieser Stelle bedeutende Aufgaben zu lösen finden, auch die Untersuchung des Chiasma nervorum opticorum wird vielleicht Licht über manche dieser Verhältnisse verbreiten.

Im Dienste des deutlichen Sehens stehen die Accommodationsmuskeln, im Dienste des gemeinschaftlichen Sehactes die äusseren Augenmuskeln; bestimmte reflectorische Nervenverbindungen müssen hier bestehen, wenn sie auch noch nicht entdeckt sind; auch durch gröbere Präparation wird sich manche Entdeckung in diesen Verhältnissen machen lassen. Experimentell ist jedenfalls schon jetzt soviel erwiesen, dass der Accommodationsapparat vom gemeinschaftlichen Sehact unabhängig ist und beide nur so weit zusammenhängen, als die Stelle, welche diesen bedingt, zugleich die Stelle des deutlichsten Sehens ist. Hervorzuheben ist immer, dass der gemeinschaftliche Sehact des Menschen, wiewohl er die psychische Qualität des Sehens wesentlich bedingt, doch zu der Schärfe des Sehens in optischer Beziehung gar nichts beiträgt. Ein gewisser Zusammenhang findet sich allerdings zwischen den Augenstellungen, welche dem combinirten Sehact dienen, und dem Accommodationsact; doch wäre es höchst gewagt, diesen ohne weitere Gründe auf anatomischen Bau oder sonstige orgauische Vorrichtungen zurückzuführen, da er sich eben so gut durch die Uebung des Kindes erklären lässt und alle experimentellen Untersuchungen für diese letztere Annahme sprechen.

Wenn sich daher der gelbe Fleck in der Weise definiren lässt, dass er, zum Zwecke des gemeinschaftlichen Sehactes angelegt, seiner Lage nach mit dem Puncte des deutlichsten Sehens zusammenfallen musste, so folgt daraus nothwendig, dass die Tendenz der Anatomen, welche den Bau der Macula lutea allein aus dem Zwecke des deutlichsten Sehens und umgekehrt das deutlichste Sehen aus dem Bau des gelben Fleckes erklären wollen, auf eine völlig falsche Auffassung sich stützt. Ehe die Elimination des einen Factors, welcher die Macula lutea bedingt, nicht gegeben ist, lässt sich der andere nicht bestimmen. Wollten wir in grober Weise die vergleichende Anatomie deuten, so müssten wir ohne weiteres jede Eigenthümlichkeit des gelben Fleckes dem gemeinschaftlichen Sehen zuschreiben; denn ohne Zweifel muss aus optischen Gründen dem Axenstrahl der Thiere eine eben solche Bevorzugung in Bezug auf das deutlichste Sehen zugesprochen werden, wie dem Axenstrahl des menschlichen Auges; da also die Thiere keinen gelben Fleck haben, ohne dem Menschen in Beziehung auf Gesichtsschärfe nachzustehen, kann der Bau des gelben Fleckes nicht zum deutlichsten Sehen Vortheil bringen. Dieser Schluss wäre ebenso verkehrt, wie die gewöhnliche Ansicht; da es ohne Zweifel nichts Widersprechendes hat, wenn man annimmt, dass, weil die Centra des gemeinschaftlichen Sehens

im menschlichen Auge besonders hervorgehoben sind, zugleich auch hier ihr zweiter Zweck, das deutlichste Sehen, am klarsten hervortreten wird.

In der Deutung des anatomischen Baues der Macula lutea müsste also folgendes Princip vorangestellt werden. Die Eigenthümlichkeiten, welche sie mit den Mittelpuncten der thierischen Netzhäute theilt, sind dem Zwecke des deutlichsten Sehens zuzurechnen; diejenigen, welche sie von jenen scheidet, dienen ihrem besonderen Zwecke, dem gemeinschaftlichen Sehact. Wenn ich eine solche Vergleichung versuche, so muss ich, was den Bau der Macula lutea betrifft, mich auf die völlig zuverlässigen Angaben H. Müller's stützen, da ich selbst nur Einmal eine frische menschliche Retina untersucht habe; was dagegen die Netzhäute der Thiere anbetrifft, so habe ich alle Thierklassen untersucht, wie auch meine früheren Arbeiten beweisen. Auch aus dieser einfachen Anschauungsweise werden von anatomischer Seite her die Irrthümer physiologischer Hypothesen sich erweisen.

Nach H. Müller (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie VIII. 1. pag. 82 u. f.) verhalten sich die Schichten im gelben Fleck, verglichen mit der übrigen Retina, in folgender Weise (natürlich ist für diese Charakteristik die Fovea centralis massgebend): in der Stäbchenschicht finden sich nur Zapfen; die äussere Körnerschicht wird bedeutend schmaler, während die Zwischenkörnerschicht, welche ein stark radiales Gefüge zeigt, und die innere Körnerschicht an Breite beträchtlich wachsen; die granulöse Schicht nimmt sehr an Breite ab; die Zellenschicht ist sehr breit und besteht aus etwa acht Zellenlagen; die Faserschicht bildet keine zusammenhängende Schicht, zuweilen verschwindet sie ganz; die Fasern der Limitans zeichnen sich durch grosse Feinheit aus. Ich habe nach eigenen Untersuchungen nur noch hinzuzufügen, dass die Fasern der granulösen Schicht feiner sind und sich nicht zu grösseren Aesten vereinigen, wie sie dies in der übrigen Retina thun. In der Netzhaut der übrigen Thierklassen zeichnet sich das Centrum vor den übrigen Theilen durch grössere Feinheit der Fasern in der granulösen Schicht und der Limitans, durch stärkere Anhäufung kleinerer Zellen in der Ganglienschicht und durch Schmalheit der Nervenfaserschicht aus; alle äusseren Schichten verhalten sich überall gleich.

Was zunächst die Nervenfaserschicht betrifft, so verschwindet sie in der Macula lutea ganz, während sie an dem correspondirenden Puncte der thierischen Netzhaut überall, wenn auch stark verdünnt, nachzuweisen ist. Es concurriren hierzu zwei Gründe:

einmal endigen in dem Mittelpunct ausserordentlich viele Nervenfasern, daraus resultirt eine starke Verdünnung der Schicht; dies ist Menschen und Thieren gemeinsam; zweitens biegen sich die übrigen Fasern um die Macula lutea bogenförmig herum, dies Verhalten ist dem Menschen eigenthümlich; doch scheinen mir darin optische Gründe zu herrschen, da die Netzhaut feinsehender Thiere, z. B. der Vögel, weit dünner und durchsichtiger als die des Menschen ist und deshalb einer solchen besonderen Verdünnung nicht bedarf. Auch für die Feinheit der Limitansfasern dürfte sich nur ein optischer Grund finden lassen.

Alle übrigen Eigenthümlichkeiten der macula lutea finden sich entweder in Uebereinstimmung mit den Centris der thierischen Netzhaut, oder von ihnen abweichend; die Uebereinstimmung trifft die Anhäufung der Ganglienzellen und den Bau der granulösen Schicht; Verschiedenheit stellt sich in der Stäbchen- und der Körnerschicht heraus. Da in der Mitte der Macula die Stäbchenschicht nur aus Zapfen besteht und auch in den äusseren Theilen die Zahl der Zapfen die der Stäbchen überwiegt, so muss auch nothwendig die innere Körnerschicht, welche mit den Zapfen zusammenhängt, die äussere, welche die Stäbchenkörner enthält, überwiegen. So erklärt sich das Verhalten der Körnerschichten, falls der Grund für die Anhäufung der Zapfen gefunden ist.

Seit der Entdeckung der Stäbchenschicht hat man auf ihren Bau das Entstehen des Bildes im menschlichen Geiste zurückgeführt; da nun die Macula lutea in dieser Schicht nur Zapfen aufweist, so wurde das Hauptgewicht für das Zustandekommen des deutlichen Sehens auf die Zapfen gelegt. Aber soweit sind wir noch nicht fortgeschritten, aus der Natur der Nervenendigungen den psychischen Process zu erklären. Was die Retina anbetrifft, so lassen sich vielfache anatomische Bedenken gegen jene Hypothese erheben. Ohne die Frage zu erörtern, ob die Grösse der Zapfen dem kleinsten möglichen Sinneseindruck entspricht, lässt sich das Müssige einer solchen Frage schon darin finden, dass in der Endigung des Opticus die Verhältnisse nicht so einfach liegen, da zwischen die Nervenfasern und den zur Aufnahme des Eindrucks bestimmten Endapparat Ganglienzellen eingeschoben sind. Der Zusammenhang und die Bedeutung dieser Zellen muss vorher bestimmt werden, ehe wir das Zustandekommen des Bildes erklären können. Vor Allem drängt sich die Frage auf, wieviel Fortläufer von Stäbchen oder Zapfen in einer Zelle endigen. Nur in dem Falle, dass je ein Zapfen in je einer Zelle endigt, liesse sich jene Hypothese halten, da es nicht anzunehmen ist, dass eine

Zelle die Reize, welche ihr von verschiedenen Zapfen mitgetheilt sind, auseinander halten kann. Dieser Fall findet aber wahrscheinlich gar nicht statt oder höchstens grade in der Mitte der Fovea centralis, sonst endigen bestimmt mehrere Stäbchen und Zapfen in einer Zelle; beim Walfisch habe ich bis funfzig ihrer Fortsätze bis zur Zelle verfolgen können und ich werde in einer demnächst erscheinenden Arbeit über die Retina des Walfisches nachweisen, dass alle diese äusseren Fortsätze der Zellen, obgleich sie sich in immer breitere Aeste vereinigen, doch bis zur Zelle von einander getrennt bleiben, da der Inhalt der Aeste in eben soviel Theile zerfällt, als Fortsätze in sie aufgehen. Es ist danach jedenfalls anzunehmen, dass von jedem Zapfen oder Stäbchen getrennte Reize der Zelle übermittelt werden.

Es folgt hieraus jedenfalls, dass wir den Zapfen nicht die hohe Bedeutung für das deutliche Sehen zusprechen können, welche ihnen bis jetzt in Folge jener Hypothesen verliehen ist. Es war dies schon nach der Entdeckung der centralen Fäden in den Stäbchen zu vermuthen; denn dadurch musste diesen wenigstens ein gleicher Werth wie den Zapfen beigelegt werden (und es scheint mir auch durchaus kein so bedeutender morphologischer Unterschied zwischen Zapfen und Stäbchen zu bestehen). Nicht deshalb, weil im gelben Fleck nur Zapfen stehen, ist er der Punct des deutlichen Sehens, sondern weil hier die Elemente der Stäbchenschicht einer grösseren Zahl von Ganglienzellen entsprechen. Wenn wir daher in der Anhäufung der Zapfen keinen Vortheil für das deutliche Sehen erblicken, so können wir mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass sie im Dienste des gemeinschaftlichen Sehactes steht.

Die Zunahme der Zwischenkörnerschicht ist mir völlig räthselhaft, um so mehr, als diese Schicht manchen Thieren gänzlich fehlt, bei welchen mir auch der Nachweis der Zapfen völlig misslungen ist.

Die zweite Gruppe in der Anordnung des anatomischen Baues begreift die granulöse und die Ganglienschicht, deren Eigenthümlichkeiten in den centralen Theilen der Retina allen Thieren gemeinschaftlich sind. In der Ganglienschicht findet sich eine bedeutende Anhäufung von Zellen; auf sie muss entschieden das deutliche Sehen zurückgeführt werden. Man hat in der neueren Zeit gar zu wenig beachtet, dass die Retina ein Theil des Hirns ist, wie es einmal durch die Entwickelungsgeschichte und zweitens durch die commissurartigen Fasern, welche vermittelst des Chiasma beide Netzhäute verbinden, bewiesen wird. In Folge davon hat man in der

Retina nach einem Endapparat für die Aufnahme des Sinneneindruckes und nach Nervenfasern gesucht und sich beruhigt, als man beides fand. Allein die centrale Thätigkeit des Retinaganglium ist dabei völlig vernachlässigt und folglich sind im weiteren Verfolg noch grössere Irrthümer entstanden. Zur Erklärung der Farbenerkenntniss sind in der neusten Zeit von der anatomischen Untersuchung drei Arten Endapparate gefordert; diese vermag sie aber nicht zu geben; vermuthlich ist die Forderung nicht richtig, sondern die Umbildung des von den Stäbchen erhaltenen Farbenreizes in einen der Nervenfaser adäquaten Reiz als eine Function der Zelle anzusehen. Dann wäre nicht mehr nach drei Endapparaten zu suchen, sondern nach drei Nervenfasern, welche in jeder Zelle endigen müssten; jedenfalls endigen aber in vielen Zellen mehrere Nervenfasern. Farbenerkenntniss und Ortsbestimmung, die beiden Qualitäten des deutlichen Sehens, sind als Attribute der Ganglienzellen anzusehen.

Die granulöse Schicht ist im Centrum der Retina dünner und besteht aus feineren Fasern. Nach meinen Untersuchungen, welche ich erst durch das Studium der Walfischretina vollendet habe, besteht die granulöse Schicht aus dreierlei Fasern, 1) den Limitansfasern, 2) den Aesten der Nervenzellen, 3) den Fortsätzen der Stäbchen und Zapfen. Die Limitansfasern biegen sich zwischen den Zellen hindurch und bilden ein zierliches Netz, dessen Maschen gegen die Ora serrata hin weitläufiger werden, dessen Balken im Centrum sehr fein, in der Nähe der Ora serrata weit gröber sind. In diesem Netze vereinigen sich die in vielfachen Richtungen laufenden Fortsätze der Stäbchen zu grösseren Aesten und bilden zuletzt die eigentlichen Zellenäste. Im Centrum der Retina laufen die Stäbchenfortsätze grade, vereinigen sich selten und endigen oft in anfänglicher Breite an der Zelle; je weiter nach der Ora serrata, um so schiefer laufen die Fortsätze, um so mehr vereinigen sie sich, um so breiter sind die Zellenäste. So erklärt es sich ganz einfach, dass in dem Centrum der Retina die granulöse Schicht schmaler ist und aus feineren Fasern besteht. Durchaus aber ist für diese Schicht der Name „granulöse Schicht" zu verwerfen; am passendsten scheint es mir, sie äussere Faserschicht im Gegensatz zur Nervenfaserschicht zu nennen.

Eine Varietät des M. subcutaneus colli, M. sternocleidomastoideus und M. subclavius.

Mitgetheilt

von

Dr. **Ehlers**,

Prosector am anatomischen Institute zu Göttingen.

Im Präparirsaale der hiesigen Anatomie wurde in diesem Winter die Leiche eines Mannes zu den Secirübungen verwandt, die einige nicht häufige Muskelvarietäten zeigte, deren gleichzeitiges Vorkommen neben einander wohl nur selten zur Beobachtung kommt, und daher mitgetheilt zu werden verdient. Die Leiche war muskulös und zeigte keine Deformitäten. Die Varietäten betrafen den M. subcutaneus colli, M. sternomastoideus und M. subclavius der linken Körperhälfte.

Während ein vollständig entwickelter M. subcutaneus colli mit dem medialen Rande parallel der Mittellinie des Körpers verläuft, um erst beim Ausstrahlen auf den M. pectoralis major lateralwärts abzuweichen, und damit die ganze Fossa supraclavicularis zudeckt; so erfolgte hier am linken M. subcutaneus das laterale Ausweichen des medialen Randes ungefähr in der Höhe der Cartilago cricoidea. Die Randfasern des Muskel schlugen sich nach aussen mit der Richtung gegen die Mitte der Clavicula, hier kreuzte der Muskel das Schlüsselbein, um in gewöhnlicher Weise sich an der Fascie des M. pectoralis und M. deltoideus zu verlieren. Der obere Theil des Muskel so wie seine laterale Partie zeigten das normale Verhalten.

Durch diesen Verlauf der Muskelfasern war also ein Theil der Fossa supraclavicularis nicht vom Muskel gedeckt, es war das eine dreiseitige Fläche, deren Basis der vordere Theil des Schlüsselbeins bildete, während der Rand des M. sternocleido-

mastoideus medianwärts, der ausweichende Rand des M. subcutaneus colli lateralwärts die Begrenzung dieser Fläche ausmachten. Wenn also die Thätigkeit des M. subcutaneus colli nach Foltz darin bestehen soll, dass bei der Inspiration dem Einsinken der Haut und dem Collabiren der Halsvenen ein Widerstand entgegentrete, so wäre dafür grade an dieser Stelle schlecht gesorgt gewesen, hätte nicht vicariirend ein anderer Muskel diese Lücke ausfüllen können.

Das war eine oft beobachtete Varietät des M. sternocleidomastoideus. Ein dritter Kopf desselben, schmal und platt, entsprang ungefähr auf der lateralen Grenze des ersten vorderen Drittheiles der Clavicula, nahm seinen Verlauf grade durch die Mitte des unbedeckten Theiles der Fossa supraclavicularis, und ging an deren oberer Spitze an den lateralen Rand des M. sternocleidomastoideus, um mit ihm zu verschmelzen. Seiner Lage nach ist der Muskel also wohl im Stande, den fehlenden Theil des M. subcutaneus colli zu ersetzen.

Unter dem Schlüsselbeine fehlte ein eigentlicher M. subclavius. An seiner Stelle fand sich ein Muskel, der vom Rippenknorpel der ersten Rippe nahe am Sternoclaviculargelenk entsprang und an der Incisura scapulae, welche durch eine das Ligam. transversum vertretende Knochenbrücke in ein Loch verwandelt war, inserirte. Die ganze Länge des Muskel betrug 12 Cm. Sein Ursprungstheil am Knorpel der ersten Rippe war eine kurze cylindrische Sehne von nur 4 Mm. Dickendurchmesser. Unter Ansatz von Fleischmasse verbreiterte sich der Muskel, wurde abgeplattet und erreichte an seinem Insertionstheile einen Durchschnitt von 2 Cm. Breitendurchmesser. Der platte Muskel wandte seine eine Fläche aufwärts gegen den unteren Rand der Clavicula, die untere Fläche gegen die obere der ersten Rippe. Seine obere Fläche war in der ganzen Länge fleischig, auf der unteren Fläche breitete sich dagegen von der Ursprungssehne ausgehend ein sehniges Blatt fächerförmig aus, so dass fast das erste Drittel des ganzen Muskel von unten her gesehen sehnig erschien.

An der Incisura scapulae inserirte sich der grösste Theil der Muskelfasern mit kurzer Sehne an der Knochenmasse, welche die Incisur überbrückte; ein anderer Theil setzte sich von der Ecke des Proc. coracoideus, welche lateralwärts die Incisur begrenzt, aufwärts an die mediale Kante des Schulterhaken; ein dritter Theil stieg schenkelförmig an den medialen Rand der Incisur herunter, um sich hier zu inseriren. So bildet die Insertionslinie des Muskel einen über der Incisur stehen-

den Bogen, dessen medianer Schenkel am weitesten auf die Vorderfläche des Schulterblattes nach abwärts steigt. — Vom Ansatz des M. omohyoideus, der medianwärts unmittelbar daneben inserirte, war der Muskel scharf getrennt, dagegen war die Abgrenzung der am Schulterhaken inserirenden Muskelfasern nicht genau, da eine Anzahl sehniger Bündel als Verstärkungsfasern sich dem Lig. coraco-claviculare posterius beimischte.

Die unter dem Muskel weg zur Extremität gehenden Nerven- und Gefässstämme zeigten keine abweichende Bildung. — Eine etwaige Thätigkeit des Muskel wird darin bestanden haben, das Schulterblatt mit seinem oberen und lateralen Theil gegen den Brustkorb hin zu bewegen.

Ueber ein neues Myographion.

Von

Dr. L. Thiry,

Assistenten am physiologischen Institut in Göttingen.

(Hierzu Taf. XI.)

Indem ich für das physiologische Institut in Göttingen die Construction eines Myographions besorgte, versuchte ich es, das Uhrwerk der nach dem Helmholtz'schen Princip gebauten Instrumente gänzlich entbehrlich zu machen, nichtsdestoweniger aber den rotirenden Zeichencylinder, welcher gegenüber der Schreibefläche anderer Apparate *) sehr grosse Vorzüge hat, beizubehalten. Dieses wurde dadurch vollständig erreicht, dass ich den Zeichencylinder an der Axe einer Sirene befestigte. Eine solche Einrichtung bot zugleich den Vortheil, dass aus dem Ton der Sirene die Anzahl der Umdrehungen des Cylinders mit der grössten Genauigkeit berechnet werden konnte. Ausserdem aber wurde es möglich, dem Gange des Cylinders ohne Hülfe von Oelflügeln u. s. w. die erforderliche Gleichmässigkeit zu geben, da eine Sirene durch passende Regulirung der Windstärke leicht dahin gebracht werden kann, dass sie längere Zeit ein und denselben Ton angibt, also längere Zeit ein und dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit hat, oder dass der Ton langsam, aber gleichmässig ansteigt und die Umdrehungsgeschwindigkeit, je nachdem man es beabsichtigt, sich mehr oder weniger rasch vergrössert.

---

*) Atwood'sches Myographion von Harless (Sitzungsber. der k. bayerschen Akad. d. W. 1850. p. 542), Pendel-Myographion von Fick (Züricher Verhandlungen 1862. p. 307).

Das Instrument, welches von Herrn Inspector Dr. Meyerstein in Göttingen in bekannter Vortrefflichkeit ausgeführt wurde, ist folgendermassen beschaffen.

Die Sirene nebst den übrigen Theilen des Instrumentes sind auf einem mit drei Füssen versehenen, gusseisernen Tische (T — T, siehe Taf. XI), der für den ganzen Apparat ohne Weiteres eine feste Stütze abgibt, angebracht. In der Mitte dieses Tisches befindet sich die Sirene mit dem Zeichencylinder, auf der einen Seite derselben der Schreibapparat und auf der anderen der Apparat zur Unterbrechung des elektrischen Stromes (Taf. XI, Fig. 2). Der gusseiserne Tisch, auf welchem die Sirene unmittelbar aufgeschraubt ist, wird durchbohrt von einer grossen Oeffnung, durch welche das weite Rohr (R), das zum Windkasten der Sirene führt, hindurchtritt. Die letztere unterscheidet sich übrigens durch Nichts von einer gewöhnlichen La Tour'schen Sirene ohne Zählerwerk, ausser dass ihre Axe den erwähnten Zeichencylinder trägt. Dieser besteht aus Glas, ist auf der Axe der Sirene selbst genau cylindrisch abgeschliffen und wird von der letzteren später nie wieder abgenommen, damit die genaue Centrirung desselben nicht verloren gehe, die anderenfalls unmöglich vollständig erhalten werden könnte. Diese Einrichtung verhindert jedoch nicht im Geringsten das Berussen und Abwalzen des Cylinders ebenso bequem auszuführen, wie bei einem solchen Myographion, bei welchem derselbe ganz von seiner Axe abzunehmen ist. Zu dem eben bezeichneten Zwecke braucht man nämlich nur durch Lüftung der Schraube h, welche durch einen über das ganze Instrument sich hinüberspannenden Bügel D hindurchgeht und an ihrem unteren, gehärteten Ende eine Vertiefung hat, in der die obere Spitze der Sirenenaxe läuft, das ganze aus Sirenenscheibe, Axe und Cylinder bestehende Stück vom Tischchen zu entfernen und in die bekannte, dazu dienende metallene Gabel zu spannen. Damit aber die Sirenenscheibe, welche einen grösseren Durchmesser hat, als der Cylinder, bei den Manipulationen nicht hinderlich sei, so geschieht das Abwalzen dicht an dem Rande eines Tisches in der Weise, dass jene neben dem Tischrande hergeführt werden kann.

Am Rande ist die Sirenenscheibe (S) mit einem kleinen Vorsprung (m) aus Stahl versehen, welcher dazu bestimmt ist, zur rechten Zeit die Unterbrechung eines elektrischen Stromes zu besorgen.

Was den Schreibapparat, die feuchte Kammer für das Muskelpräparat u. s. w. betrifft, so wurden an diesen Theilen

keine erwähnenswerthen Abänderungen vorgenommen, weshalb dieselben als bekannt vorausgesetzt werden können.

Der Strom-Unterbrecher dagegen hat eine von den bisherigen Formen sehr abweichende Gestalt erhalten und zwar aus dem Grunde, weil er so eingerichtet werden musste, dass er dem von der Sirenenscheibe ausgehenden Anstoss einen möglichst geringen Widerstand darbot. Auf dem Bretchen *B*, welches um eine bei *z* liegende, den Tisch senkrecht durchbohrende Axe drehbar ist, befindet sich zunächt ein Schlüssel *s* zur Schliessung und Oeffnung der auf der Figur angedeuteten Leitung zur Batterie. Diese Leitung führt vom Schlüssel zu dem Stücke *r*, in welchem eine aus der Zeichnung ersichtliche Einrichtung getroffen ist, um das Platinplättchen *p* mittelst einer Schraube vor- und rückwärts bewegen und beliebig einstellen zu können. Mit dem letzteren steht der an den längeren Arm des Hebels *t* angelöthete Platinstift *n* in Berührung. Derselbe vermittelt hierdurch den Schluss des primären Stromes, welcher vermöge dieser Einrichtung momentan durch eine entsprechende Bewegung des Hebels *t* unterbrochen werden kann.

Der Hebel *t* ist viereckig gestaltet, aus Neusilber verfertigt, und damit seine Leichtigkeit erhöht werde, zum Theil durchbrochen. Er steht horizontal und dreht sich äusserst leicht um eine vertikale in Spitzen laufende, stählerne Axe *a*. Die Spitze des kürzeren Armes des Hebels *t*, welche von dem Vorsprung der Sirenenscheibe erfasst werden muss, ist von Stahl.

Bei der horizontalen Stellung des Hebels *t* würde der Schluss des elektrischen Stromes, welcher durch die Berührung des Stiftes *n* mit dem Plättchen *p* vermittelt ist, ein höchst unsicherer sein und durch die geringsten Erschütterungen aufgehoben werden, wenn man nicht durch ein leichtes Federchen *f*, welches den Hebel in der Richtung gegen das Plättchen *p* fortzubewegen sucht und dadurch das Stiftchen *n* an jenes andrückt, dasjenige ersetzt hätte, was bei anderen Apparaten dieser Art durch die Wirkung der Schwere erreicht wird.

Damit aber, wenn man eine Stromunterbrechung bewerkstelligt hat, nicht sofort wieder der Strom durch den Druck der Feder *f* geschlossen werde, so wurde an dem Bügel *k* (Fig. 2), welcher für die Axe *a* (Fig. 1) den oberen Stützpunkt bildet, eine zweite kleine Feder *f'* angebracht, welche, so lange *n* mit *p* in Berührung ist, auf dem einen Schenkel des längeren Armes des Hebels *t* derart aufliegt, dass sie, wenn der Strom unterbrochen wird und der Stift *n* sich von

p entfernt, sofort herunterfallen und den Hebel verhindern muss, von der Feder f zurückgedrückt zu werden.

Da der elektrische Strom durch die in Spitzen laufende Axe des Hebels t seinen Weg zu nehmen hat, so wurde, um die Leitungswiderstände, welche bei einer solchen Einrichtung sehr bedeutend sein mussten, zu mindern, die untere Spitze der Axe a mit einem stählernen Näpfchen umgeben, welches man mit Quecksilber füllte. In dieses Näpfchen tauchte zugleich ein kupferner Leitungsdraht, welcher durch Vermittelung der mit dem Drehpunkt des Bretchens B zusammenfallenden Klemmschraube z die Leitung zur Batterie zurück herstellte.

Ein elektrischer Strom macht also in folgender Ordnung seinen Weg durch die einzelnen auf dem Bretchen B befindlichen Theile, wenn der positive Pol des Elementes mit dem Schlüssel s verbunden wird. Er geht von dem Schlüssel in das Stück r, von diesem durch den das Plättchen p berührenden Stift n, durch den Hebel t und die untere Hälfte der Axe a in das mit Quecksilber gefüllte Näpfchen und von diesem endlich durch die Klemmschraube bei z zum Element zurück.

Beabsichtigt man nun einen elektrischen Strom von der sich drehenden Sirenenscheibe unterbrechen zu lassen, so bewegt man das Bretchen B in der Richtung gegen die Sirene um seine bei z liegende Axe. Zur Zeit der grössten Annäherung wird der Hebel t von dem Vorsprung m erfasst und so um seine Axe gedreht, dass sich der Stift n vom Plättchen p entfernen muss, wodurch der Strom also in dem Augenblick unterbrochen wird, in welchem m mit dem Hebel t in Berührung kommt.

Damit man mit dem Unterbrechungsapparat der Sirenenscheibe nicht näher komme, als nöthig ist, so wurde für das Bretchen B eine Hemmung angebracht in der Gestalt einer Schraube (d), durch welche die Grösse der Annäherung jederzeit genau regulirt werden kann.

Soll ein neuer Versuch eingerichtet werden, nachdem eine Stromunterbrechung stattgefunden hat, so wird das Federchen f' gehoben und unter dasselbe der Hebel t zurückgeschoben, bis n mit p in Berührung kommt.

Nun ist noch derjenige Theil des Myographions zu beschreiben, welcher die Aufgabe hat, zur rechten Zeit den Zeichenstift mit dem Cylinder in Berührung kommen zu lassen. Hierzu dient die folgende Einrichtung. An dem Bretchen B (Fig. 2) ist bei c ein Metallstab v befestigt, welcher die hin- und her-

gehenden Bewegungen jenes mitmacht. Dieser Metallstab ist nun der Art mit einem zweiarmigen Hebel (x), welcher an dem Stücke u beweglich befestigt ist, in Verbindung, so dass, wenn das Bretchen B hin- und hergeschoben wird, der Hebel x um seinen Drehpunkt bewegt werden muss (Fig. 1). Der obere, längere Arm des Hebels, welcher sich hierbei im Bogen auf- und abwärts bewegt, ist mit einem langen Schlitz versehen, in welchem der Arm α (Fig. 2) verschoben und mittelst der Stellschraube β beliebig festgestellt werden kann. Dieser Arm greift unter den mit μ bezeichneten Theil des Zeichenapparates, welchen er in die Höhe hebt und damit den Zeichenstift vom Cylinder abzieht, sobald das Bretchen B von der Sirene entfernt wird, den er aber, sobald man zum Zwecke der Unterbrechung des elektrischen Stromes mit der auf dem Bretchen B befindlichen Vorrichtung der Sirene bis an die Hemmung d nahe rückt, nicht mehr unterstützt, wodurch der Zeichenstift, wenn man dem Arme α die richtige Einstellung gegeben hat, ein kleines Zeittheilchen, bevor die Reizung des Muskels erfolgt, an den Cylinder zu liegen kommt.

Bei Anstellung eines Versuches mit dem Muskel hat man, sobald die Stromunterbrechung erfolgt ist, das Bretchen B so rasch als möglich wieder zurückzuziehen, damit der Zeichenstift vom Cylinder entfernt werde, sobald er die beabsichtigte Curve gezeichnet hat.

Was den Blasbalg betrifft, durch welchen die Sirene getrieben wird, so muss dieser, wenn das Myographion seinem Zwecke vollkommen entsprechen soll, sehr gut gearbeitet sein und einen ganz gleichmässigen Wind geben. Dadurch, dass man die Windstärke desselben durch Auflegung verschiedener Gewichte verändert, können die allerverschiedensten Umdrehungsgeschwindigkeiten des Cylinders erzielt werden, und es ist nicht schwer, die Anzahl der Rotationen des letzteren, wenn nöthig, auf 40 und mehr in der Secunde zu steigern.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders wird aus dem Tone, welchen die Sirene gibt, berechnet und zwar durch Vergleichung desselben mit dem Tone einer genau abgestimmten Pfeife. Will man, dass die Pfeife einen brauchbaren Ton gebe, so darf diese ihren Wind nicht von dem nämlichen Blasbalg empfangen, der die Sirene treibt. Durch die abwechselnde Oeffnung und Schliessung der Löcher der Sirene wird nämlich die Luft in dem Blasbalge in derartige heftige Schwingungen versetzt, dass eine Pfeife, welche von dem gleichen Blasbalge ihren Wind erhält, statt eines ununterbrochenen einen trillernden

Ton von sich gibt, wodurch natürlich eine genaue Vergleichung ihres Tones mit dem der Sirene unausführbar, die Beobachtung von Schwebungen aber, auf welche es hier gerade ankommt, ganz unmöglich gemacht wäre. Es ist daher nothwendig, für die Pfeife einen besonderen, kleinen Blasbalg zu haben, der jedoch ebenfalls einen gleichmässigen Wind geben muss, weil bekanntlich ein und dieselbe Pfeife bei verschiedener Windstärke nicht denselben Ton hat.

Die Pfeife, welche ich verwendet habe, ist eine gedeckte Orgelpfeife von Zinn, die, nach Art der sog. Stimmpfeifen, mit einem hin und her verschiebbaren Kolben aus Kork versehen, zur Hervorbringung verschiedener Töne dienen kann. An dem Stempel des Kolbens sind Zeichen gemacht, bis zu welchen letzterer hineingeschoben werden muss, damit die Pfeife einen Ton von einer bestimmten Anzahl Schwingungen gebe. Der tiefste Ton, welchen meine Pfeife angibt, ist das $\overline{g}$, mit 395 Schwingungen, und da die Sirene 20 Löcher besitzt, so macht also der Cylinder, sobald dieser Ton erreicht ist, 19,7 Umdrehungen in der Secunde. Fordert man eine *absolut* genaue Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Cylinders, so müsste die Schwingungszahl des Pfeifentones vorher bei einer später nicht mehr zu verändernden Windstärke u. s. w. mit Hülfe einer anderen Sirene ermittelt werden. In diesem Falle wäre es auch nicht gerathen, eine Pfeife mit beweglichem Kolben zu wählen, und es müsste für jeden Ton eine besondere Pfeife vorhanden sein.

Es wird jedoch bei der überwiegenden Mehrzahl der Versuche weniger darauf ankommen, die Umdrehungsgeschwindigkeit mit absoluter Schärfe zu kennen, als vielmehr darauf, vollständig sicher zu sein, dass man es in zwei oder mehreren aufeinander folgenden Versuchen genau mit der gleichen Umdrehungsgeschwindigkeit zu thun hatte.

Man verfährt daher bei einem Versuche einfach folgendermassen: Zuerst legt man auf den Blasbalg ein sehr starkes Gewicht, bis man mit der Sirene *nahezu* den Ton der Pfeife erreicht hat. Hierauf wird das grosse Gewicht, welches nur dazu diente, rasch der erforderlichen Tonhöhe sich zu nähern, um den Versuch möglichst abzukürzen, weggenommen und der Blasbalg nur so viel belastet, dass der Ton der Sirene ganz langsam ansteigt. Nun kommt eine Zeit, wo Schwebungen eintreten, die im Anfang rasch, später langsam erfolgen, dann, wenn der Ton der Sirene dem der Pfeife vollkommen gleich geworden ist, ganz ausbleiben, um später wieder ein-

zutreten, sobald die Sirene einen um ein Geringes höheren Ton erreicht hat, als die Pfeife. In der Zeit, wo keine Schwebungen vorhanden sind, wird der Versuch gemacht und der elektrische Strom durch die Sirene unterbrochen.

Es ist nicht schwer, die Belastung des Blasbalges so zu wählen, dass der Ton fast constant bleibt und längere Zeit keine Schwebungen vorhanden sind; zu langsam darf das Ansteigen des Tones aber auch nicht erfolgen, weil sonst ein Versuch von unzweckmässig langer Dauer wäre, und es ist daher vortheilhafter, den Ton der Sirene in der Weise langsam znsteigen zu lassen, dass etwa 4 — 6 Secunden lang keine Schwebungen gehört werden.

Von Wichtigkeit war es, zu untersuchen, ob der Zeichenstift, wenn er an dem Zeichencylinder anlag, durch seine Reibung mit dem letzteren einen Einfluss auf die Umdrehungsgeschwindigkeit der Sirene ausübte, und ob in dem Augenblick, wo diese den elektrischen Strom zu unterbrechen hatte, eine irgend merkliche Beeinträchtigung ihres Ganges zu bemerken war. Es ist klar, dass die Schwebungen das sicherste Mittel an die Hand geben, derartige momentane Störungen, wenn sie vorhanden sind, sofort zu erkennen; denn hat die Sirene einen Widerstand zu überwinden in der Zeit, wo man keine Schwebungen hört, so müssten diese sogleich eintreten, wenn jener in dem Momente, wo er sich geltend macht, die Umdrehungsgeschwindigkeit verändert. Es war aber während solcher Versuche auch nicht die geringste Störung im Gange der Sirene zu bemerken, und ich glaube, dass der Reizapparat mit viel zu grosser Aengstlichkeit leicht gebaut worden ist, während man ihn, namentlich den Hebel *t*, viel stärker und elektrische Ströme noch besser leitend hätte herstellen können.



Berichtigung.

Seite 269 Zeile 5 ist „und XI“ zu streichen.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.






b
f
c
d
a
e

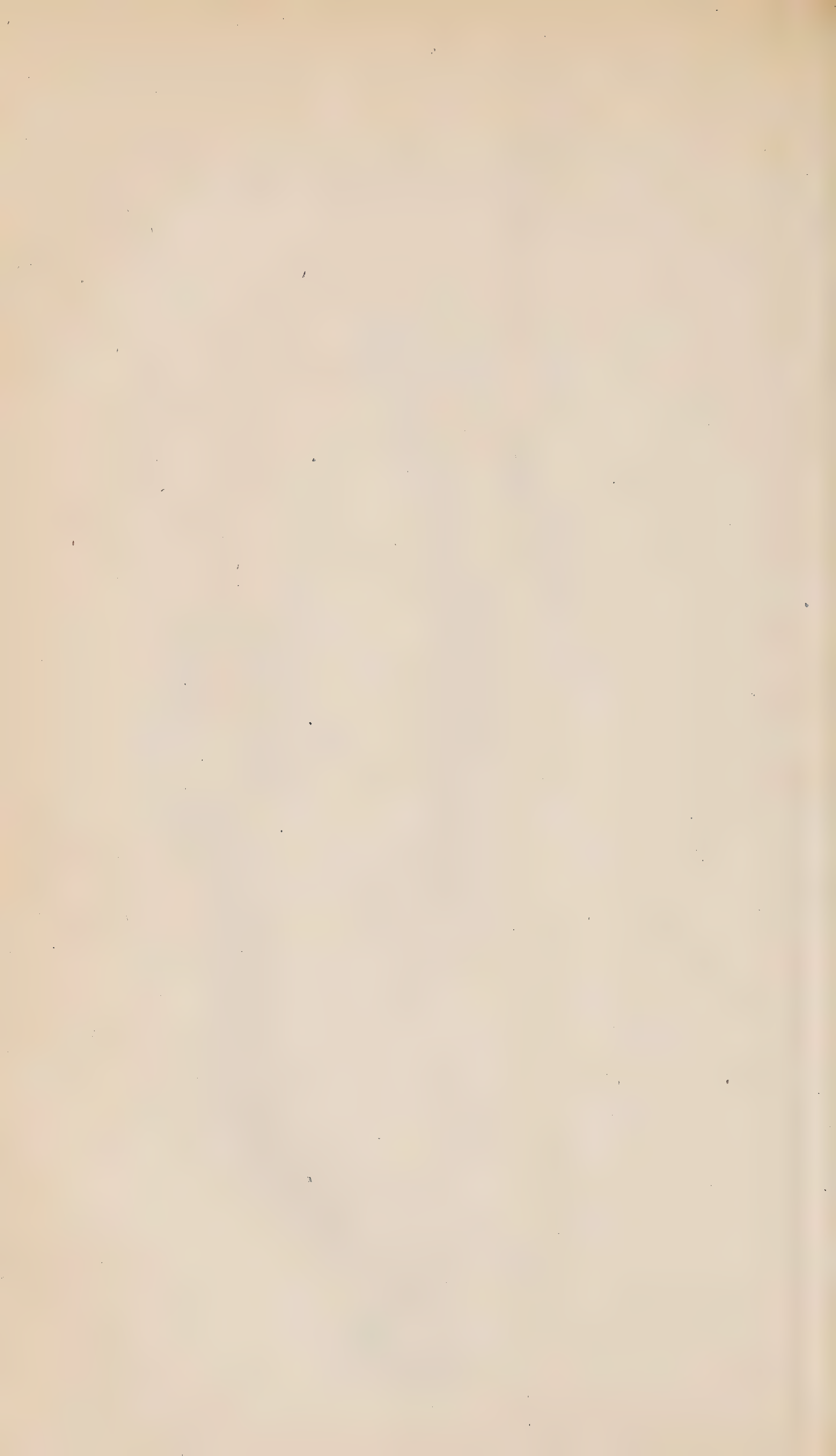


Fig. 1.



Fig. 2.

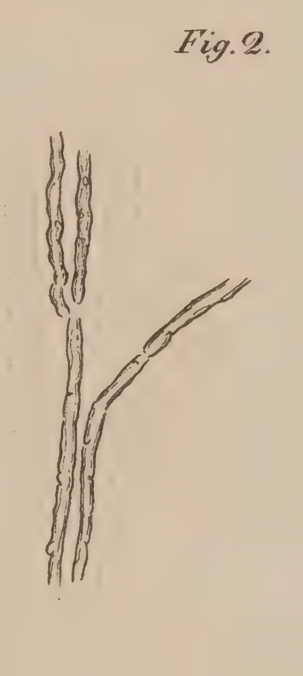


Fig. 3.

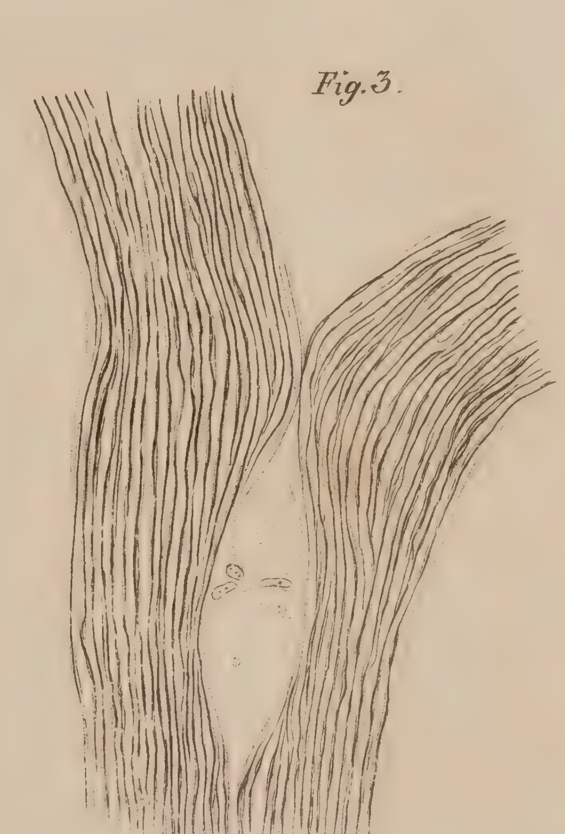


Fig. 4.

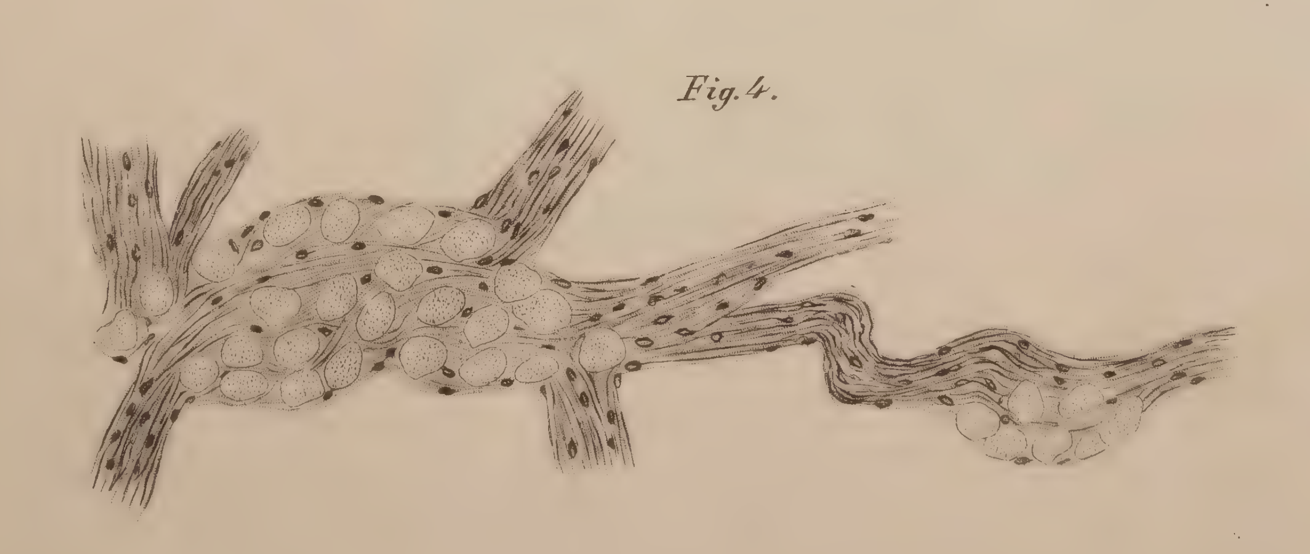




Fig. 1.

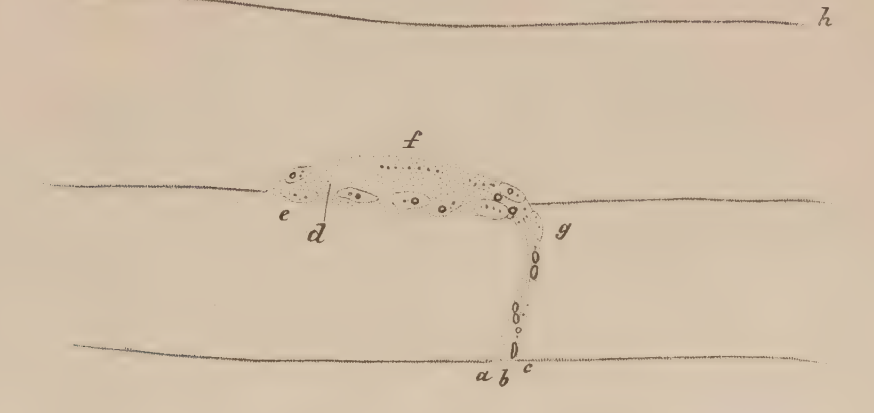
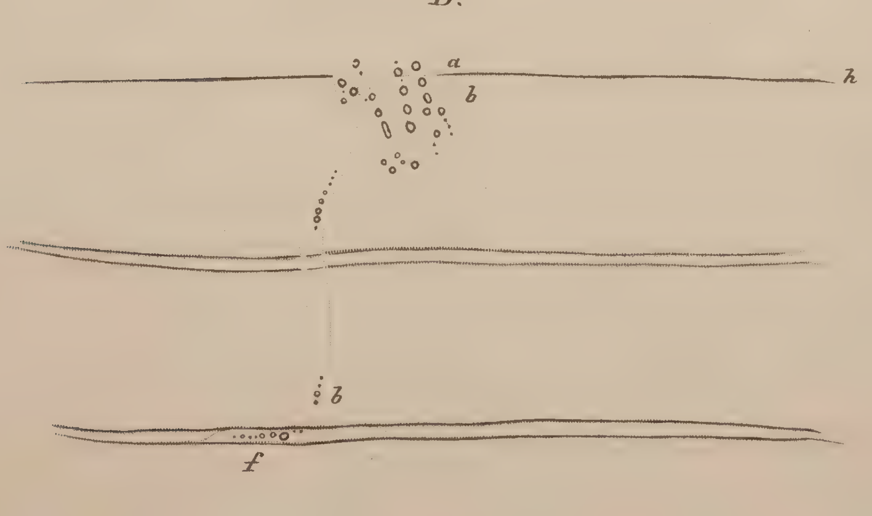
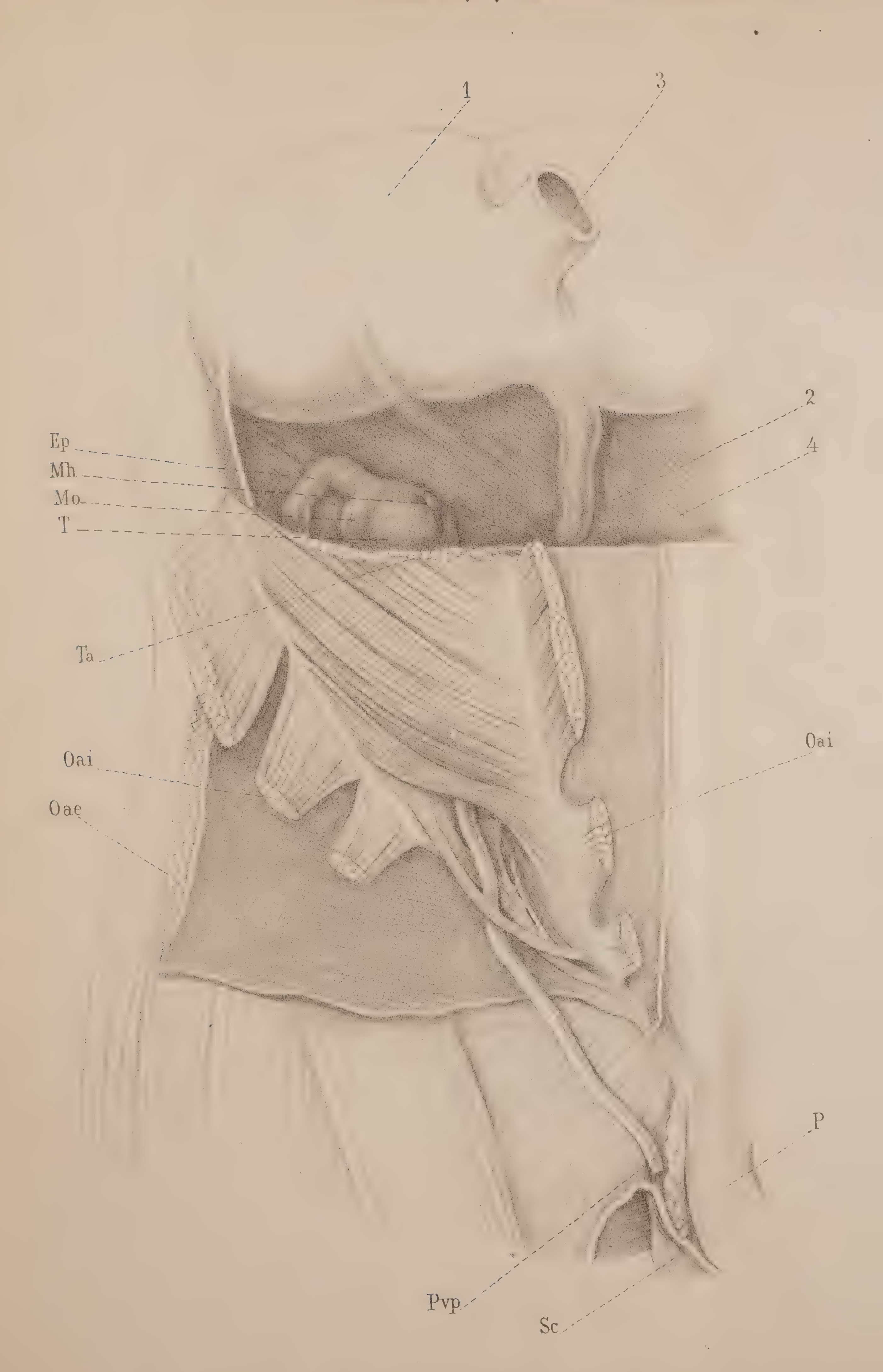


Fig. 2 A.

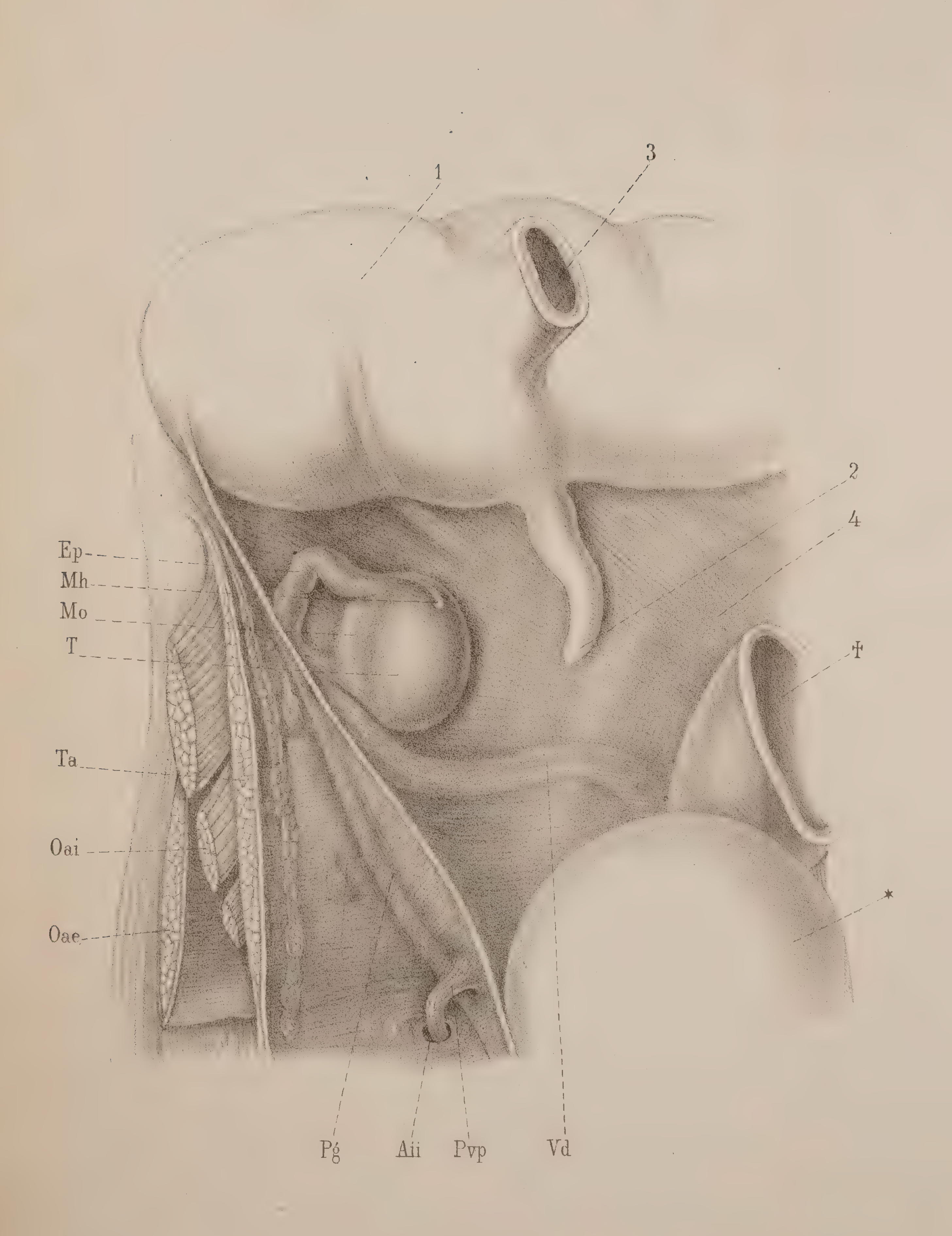


B.

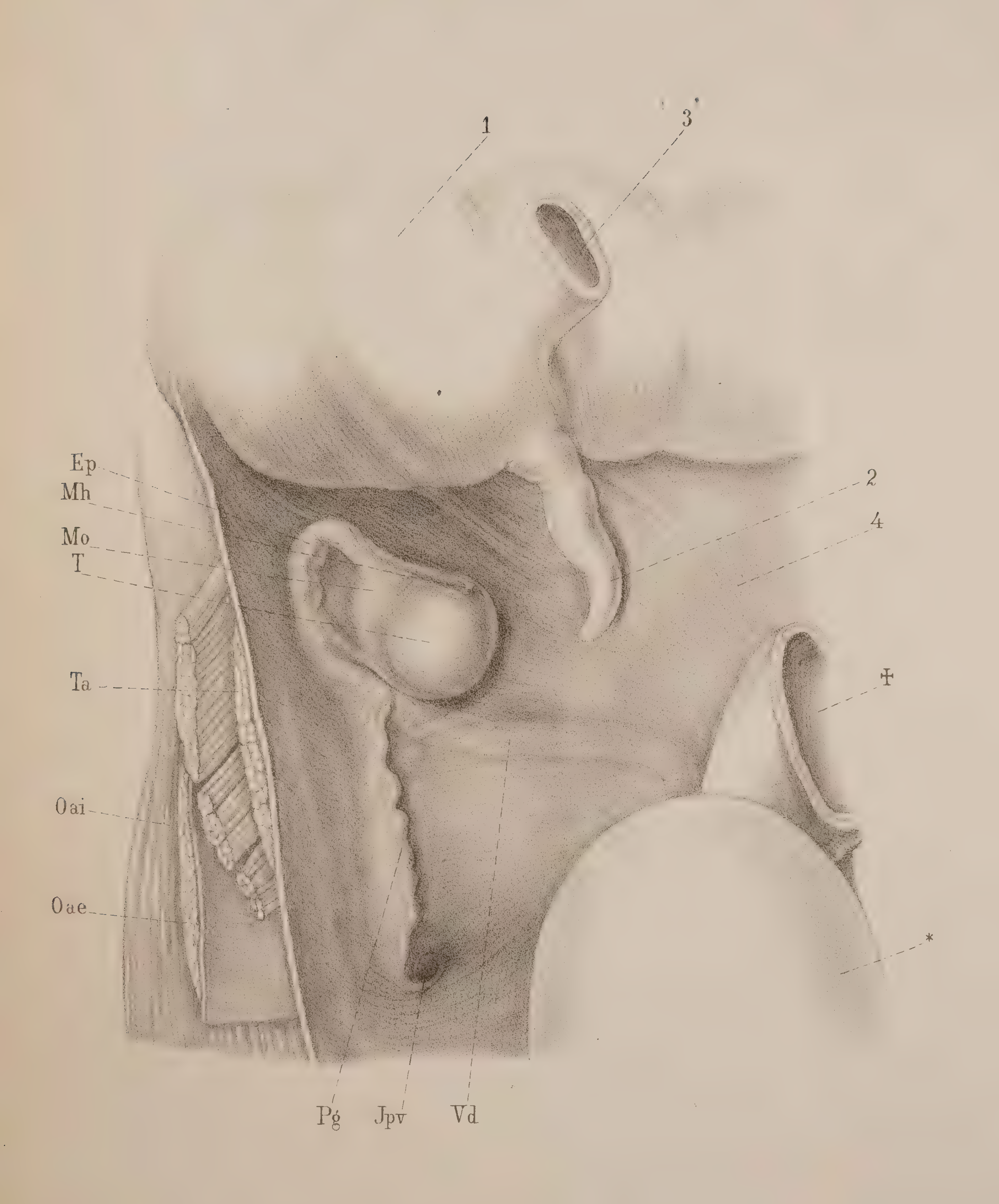


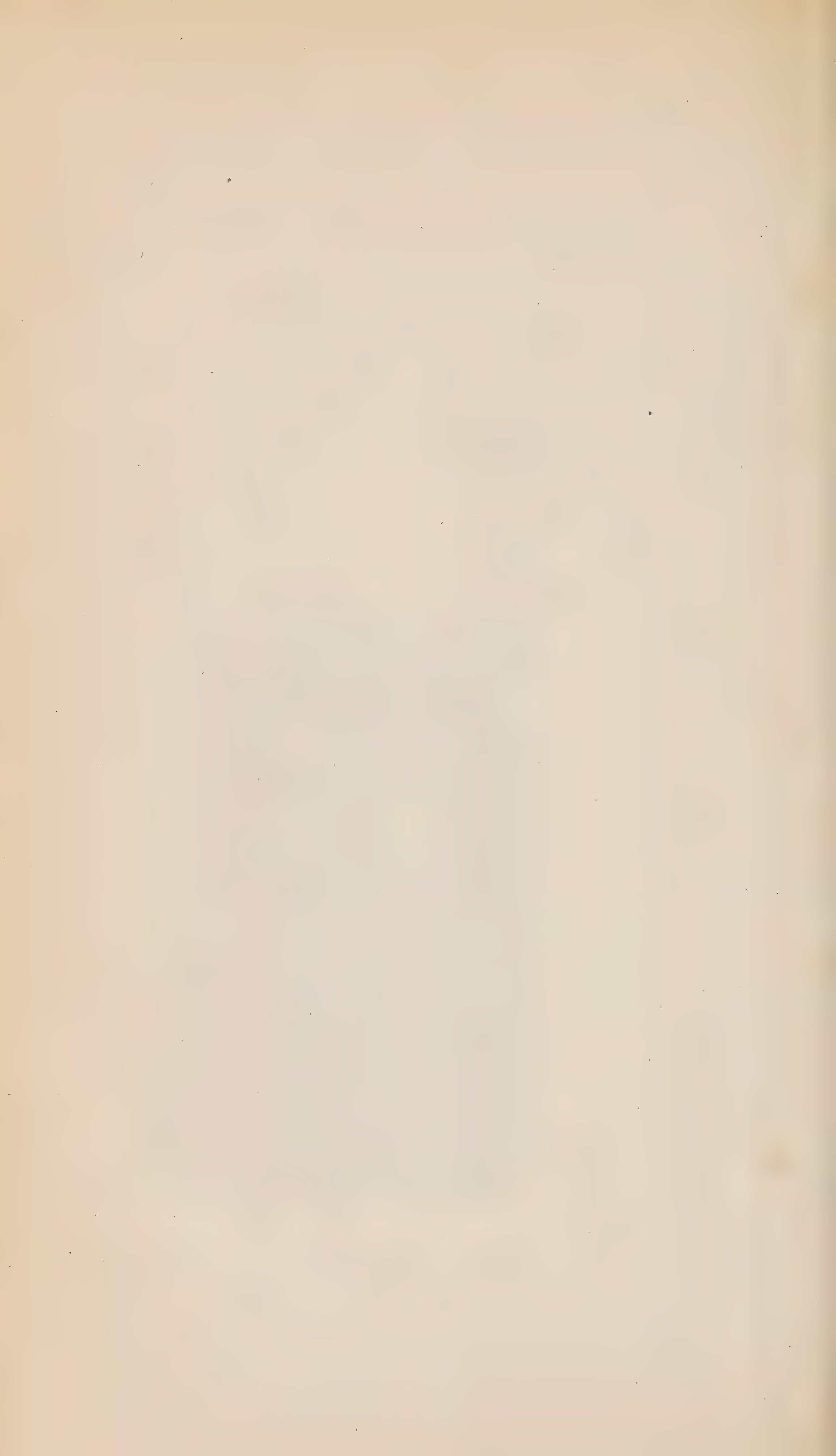


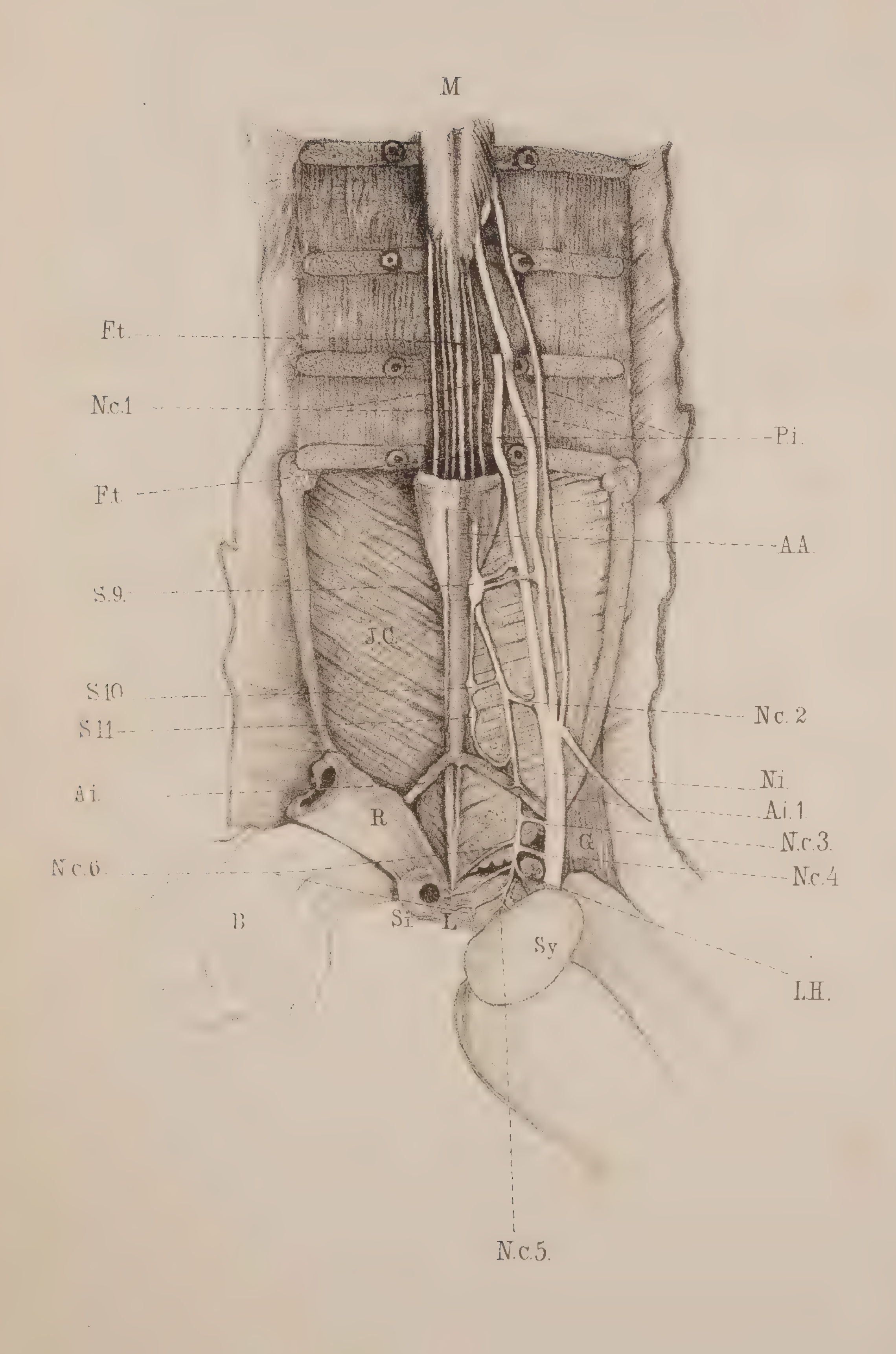
1
3
2
4
Ep
Mh
Mo
T
Ta
Oai
Oae
Oai
P
Pvp
Sc


1
3
2
4
Ep
Mh
Mo
T
Ta
Oai
Oae
Pg
Aii
Pvp
Vd




1
3
Ep
Mh
Mo
T
2
4
Ta
✝
Oai
Oae
*
Pg
Jpv
Vd




M
F.t.
N.c.1
F.t.
S.9.
J.C.
S.10.
S.11.
A.i.
R
N.c.6.
B
Si.
L
Sy
G
P.i.
A.A.
N.c.2
N.i.
A.i.1.
N.c.3.
N.c.4.
L.H.
N.c.5.



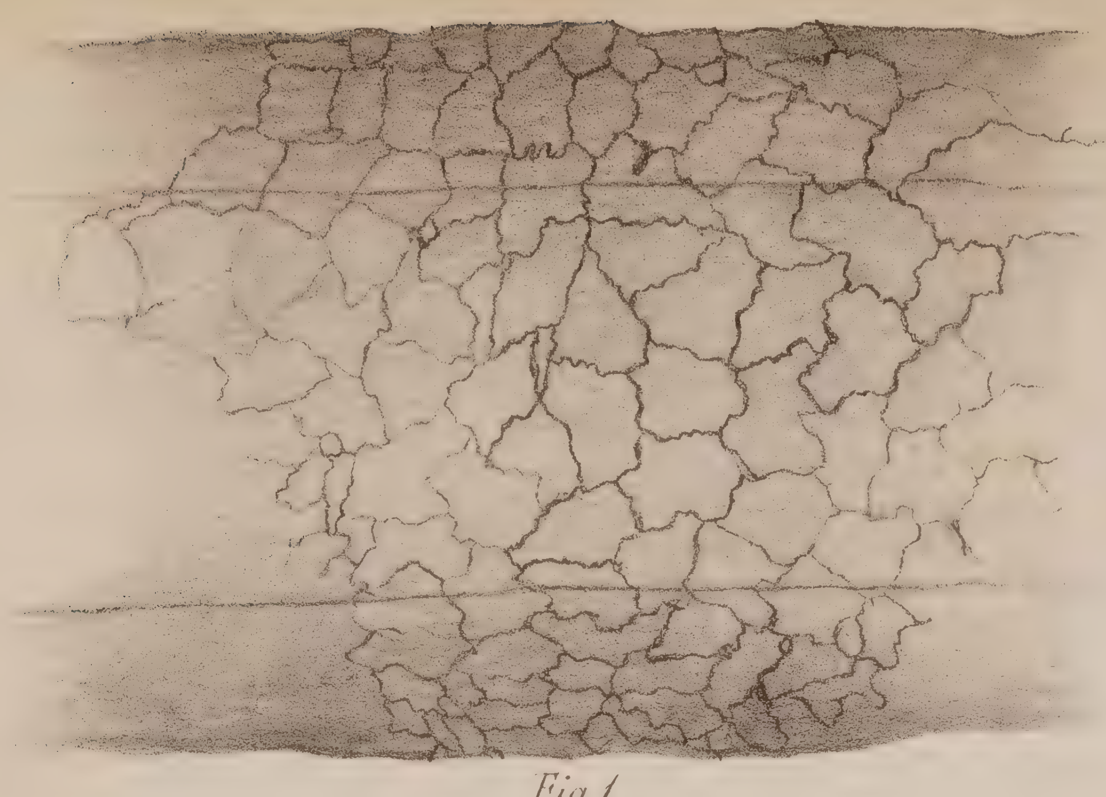


Fig. 1.

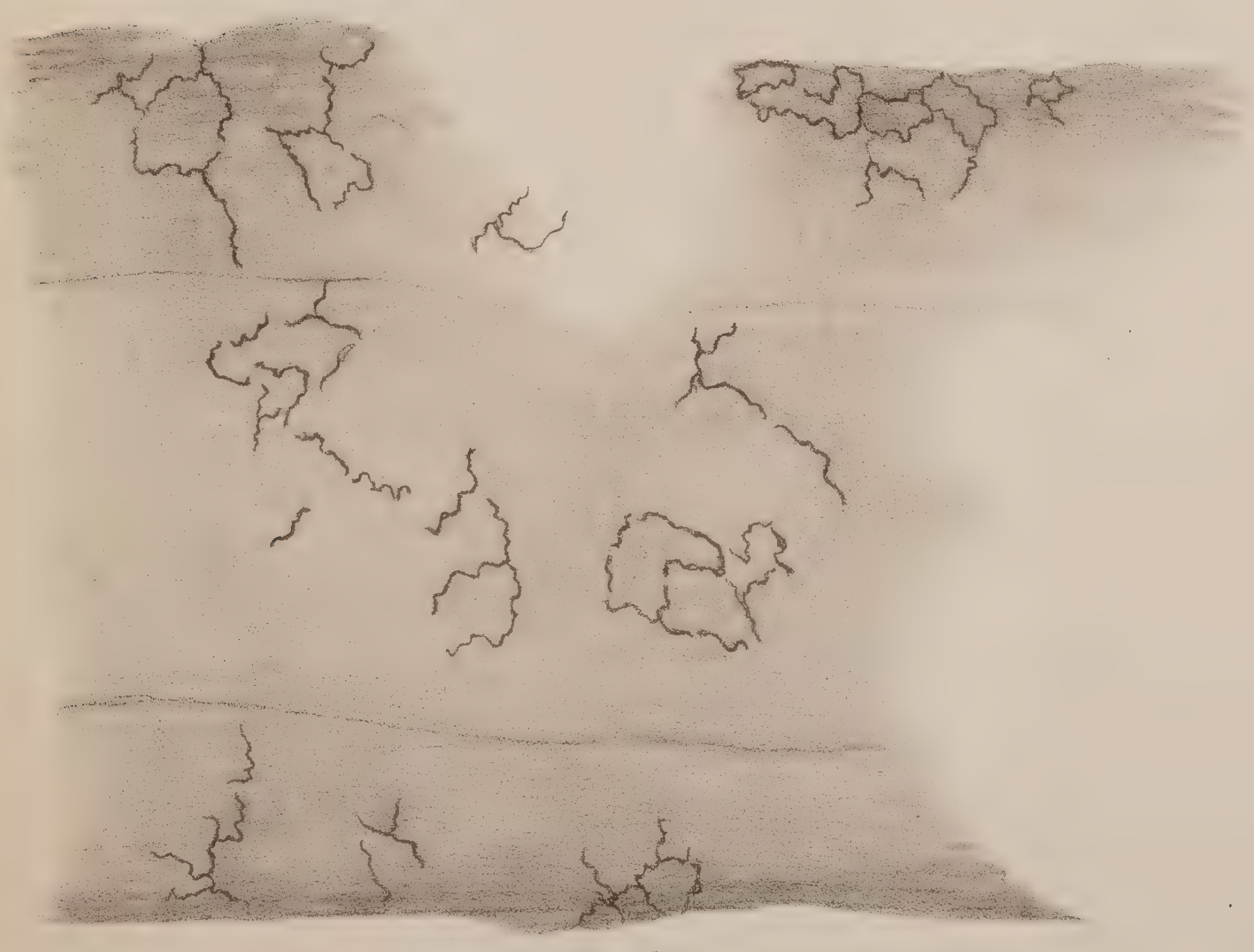
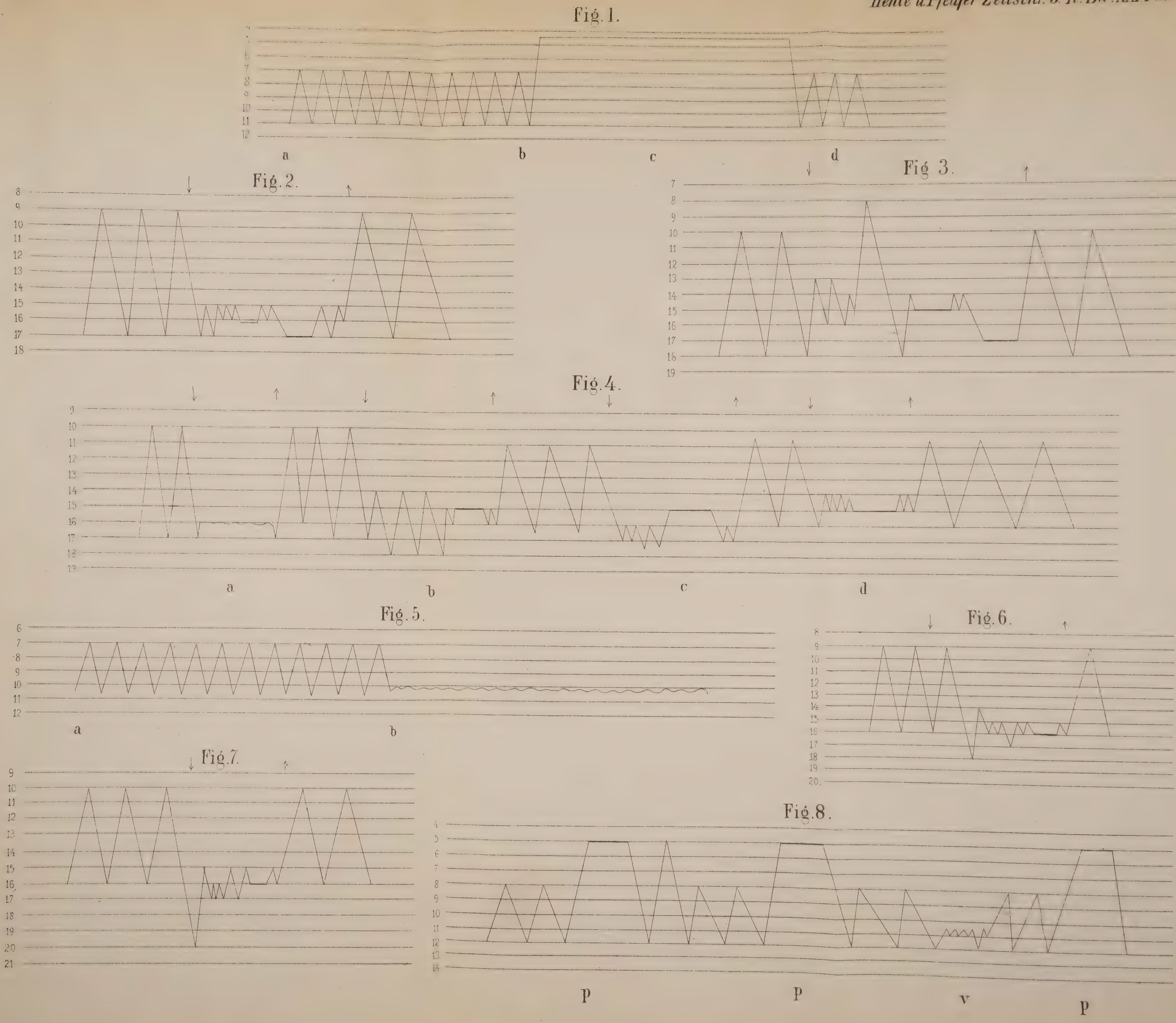


Fig. 2.

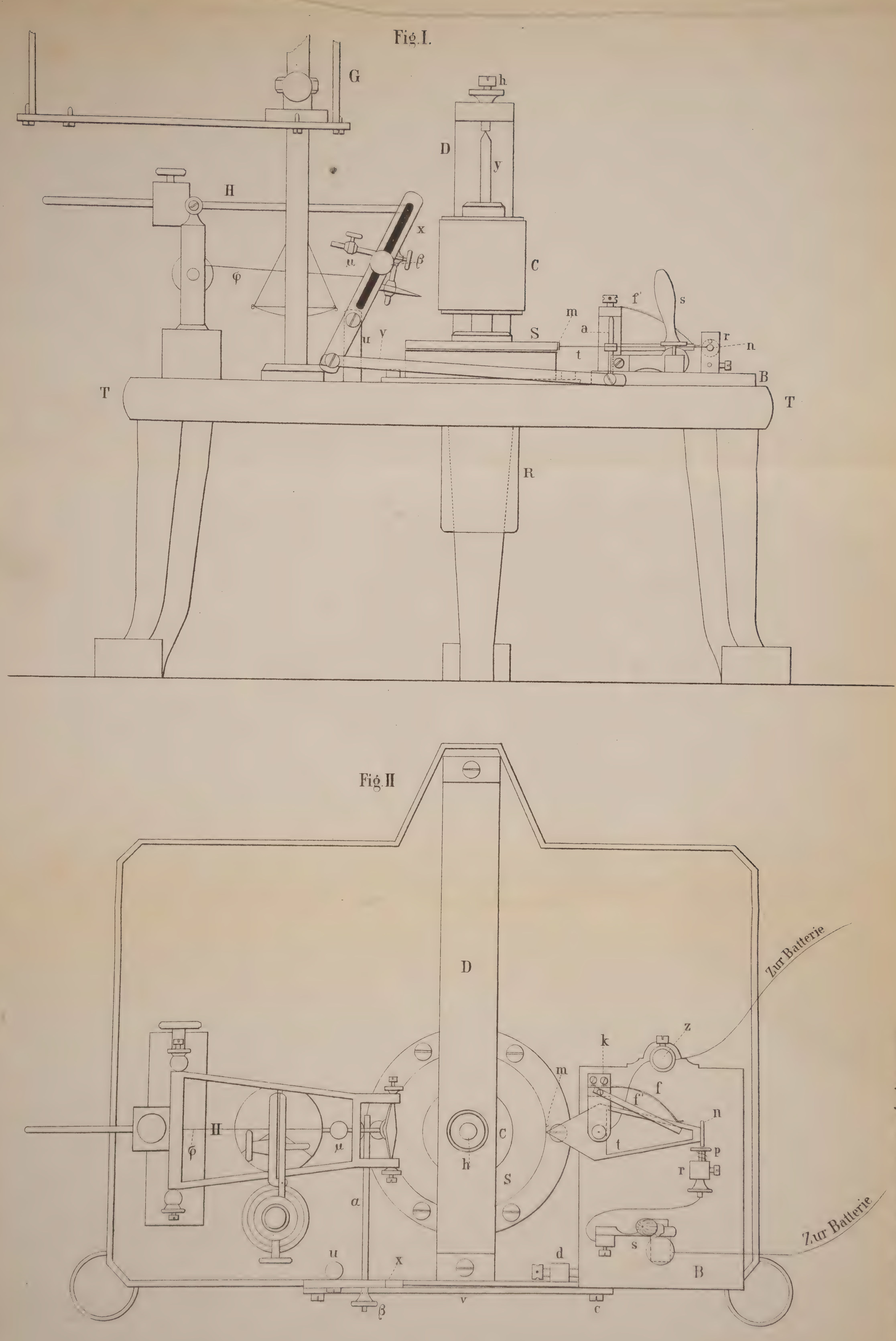


Fig. 3.




Fig. 1.
a
b
c
d
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
a
b
c
d
Fig. 5.
a
b
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
p
p
v
p




Fig. I.
G
h
D
y
H
x
μ
β
C
φ
f'
s
m
a
S
r
n
u
v
t
B
T
T
R
Fig. II
D
Zur Batterie
z
k
m
f
f'
n
H
φ
μ
C
h
t
p
r
S
α
Zur Batterie
s
d
u
x
B
β
v
c







